
JERNBANEVERKET, TEKNISK AVDELING

Uttesting av raskartleggingsverktøy

Rapport 2460.02 datert 3. april 2002

**utarbeidet av
O.T. Blindheim AS, Trondheim**



O. T. B L I N D H E I M

UTTESTING AV RASKARTLEGGINGSVERKTØY

INNHALDSFORTEGNELSE	Side
1 SAMMENDRAG	3
2 BAKGRUNN OG HENSIKT	4
3 KARTLEGGINGSVERKTØYET	4
3.1 Kort beskrivelse av kartleggingsverktøyet	4
4 SANNSYNLIGHETSVURDERING	5
4.1 Estimat for sannsynligheten for ras	5
4.2 Vurdert sannsynlighet i O. T. Blindheim AS rapport 2290.06	5
4.3 Vurdert sannsynlighet i BanePartner rapport Elsfjord	7
4.3.1 Generelt om begrepene som er brukt i rapporten.....	9
4.4 Vurdert sannsynlighet i BanePartner rapport Nordlandsbanen sør for Bodø.....	10
5 KONSEKVENSANALYSE	11
5.1 Analyse av godt dokumenterte ras	11
5.2 Dokumentasjon av konsekvenskostnader.....	12
5.3 Revurdering av konsekvensfaktorer	13
5.4 Konsekvenskostnader etter uttesting	14
5.5 De direkte konsekvenskostnadene	15
5.5.1 De indirekte konsekvenskostnadene	17
5.6 Konsekvensfaktorer etter uttesting.....	21
5.6.1 Tilgjengelighet av rassted, kf ₁	21
5.6.2 Terrengform på rassted, kf ₂	21
5.6.3 Trafikktype, kf ₃	21
5.6.4 Hastighet av tog, kf ₄	22
5.6.5 Siktavstand, kf ₅	22
6 TILTAKSKOSTNADER	24
6.1 Vurdering av tiltak under kartleggingen.....	24
6.2 Størrelse og effekt av vedlikehold	24
6.3 Kostnad av tiltak	24



7	NYTTE/KOST-VURDERINGER.....	25
7.1	Nåverdirisiko knyttet til ras.....	25
7.2	Nytte/kost av enkelttiltak	26
8	INGENIØRGEOLOGISK KARTLEGGING AV RASFARLIGE PARTIER I TUNNELER OG SKJÆRINGER.....	27
8.1	Sannsynlighetsvurdering.....	27
8.2	Konsekvensvurdering.....	27
8.3	Tiltak	28
8.4	Kartleggingsskjema for detaljvurdering.....	28
	REFERANSER	29

Vedlegg

Vedlegg 1	:	Data fra Jernbaneverket vedrørende 8 rastilfeller samt statistikk fra ras 2001
Vedlegg 2	:	Behandling av data fra 7 rastilfeller
Vedlegg 3	:	Konsekvenskostnader etter uttesting
Vedlegg 4	:	Konsekvensfaktorer etter uttesting
Vedlegg 5	:	Sammenstilling av kjente rashendelser. Beregnet og kjent konsekvens
Vedlegg 6	:	Kartleggingsskjema for fjellskjæringer



1 SAMMENDRAG

Faren for ras i tunneler og fjellskjæringer vurderes jevnlig av Jernbaneverket for å vurdere egnede tiltak for å redusere hendelser knyttet til ras. På oppdrag fra Jernbaneverket utviklet O. T. Blindheim AS et risikobasert kartleggingsverktøy som ble presentert i rapport 2460.01 den 7. mai 2001.

Kartleggingsverktøyet er basert på at både konsekvens og sannsynlighet for ras beregnes tallmessig ut fra en klart definert prosedyre. Konsekvensen beregnes ut fra en rekke basis konsekvenskostnader som sammen med seks definerte konsekvensfaktorer gir direkte og indirekte konsekvenskostnader. Disse angir materielle skader, oppryddingskostnader, skade/død på personer og også forsinkelseskostnader og konsekvenser som kan knyttes til miljø og renommé.

Sannsynligheten for ras vurderes for en periode på 30 år ved at det blant annet gjøres estimater for når et ras kan anta å inntreffe (tidligst, antatt, senest). Risikoen for et ras kan dermed beregnes, men for at det skal kunne gjøres en prioritering mellom hvilke tiltak som gjør størst nytte, må risikokostnaden diskonteres til nåverdi og nytte-/kostverdien beregnes.

Kartleggingsverktøyet har vært benyttet på to parseller på Nordlandsbanen og disse to rapportene er kritisk gjennomgått med tanke på hvordan sannsynligheten for ras er anslått. Det viser seg at den metoden som benyttes, har relativt god overensstemmelse med rasstatistikken, men at det må lages praktiske regler for hvordan sannsynligheten for ras og trippelestimat gjennomføres.

Gjennom en analyse av 7 relativt godt dokumenterte ras de siste årene, er det foretatt en kontroll av de konsekvenstallene som ble foreslått i rapport 2460.01. Det er funnet behov for å endre konsekvenskostnadene og to av konsekvensfaktorene med basis i den informasjonen som har vært tilgjengelig, men det understrekes at det er alt for få ras som innrapporteres med den nødvendige dokumentasjonen av konsekvenskostnader til at revisjonen av verdier blir helt pålitelig.

Andel av tog som kjører inn i et ras er redusert fra 25% til 15% ut fra en ny gjennomgang av rasstatistikken. Dette har medført endringer i flere av konsekvenskostnadene. Det er foretatt justeringer av forventet forsinkelsestid ved ras og konsekvenskostnaden ved forsinkelse er gjort avhengig av tilgjengeligheten til rasstedet, k_1 . Konsekvensfaktorene for togtype, kf_3 , og siktavstand, kf_5 , er gjort mer følsomme for henholdsvis andel av motorvognsett og effekt av dårlig sikt.

For å kunne revurdere og forbedre verktøyet kreves det en god dokumentering av kostnader i forbindelse med nye rastilfeller. Ved god oppfølging av dette arbeidet, der det tas utgangspunkt i de faktorene som inngår i verktøyet, vil det etter hvert være mulig å gi en god analyse av påliteligheten til verktøyet. Verktøyet for raskartlegging må være gjenstand for stadig revurdering og endring av konsekvensfaktorer og konsekvensverdier, slik at det blir i stand til å gi et realistisk anslag for konsekvensen.

2 BAKGRUNN OG HENSIKT

I et prosjekt for Jernbanelverket, Hovedkontoret, har O. T. Blindheim AS utviklet et kartleggingsverktøy for vurdering av rasfare i tunneler og skjæringer, rapport 2460.01, 7. mai 2001. Kartleggingsverktøyet benytter sannsynligheten for ras og konsekvensen (i kroner) dersom et ras inntreffer som direkte input for beregning av risiko.

I denne rapporten er det gjort en uttesting av hvordan det beregnede konsekvenstallet stemmer med hvordan konsekvensen virkelig har vært ved rashendelser. En rekke godt dokumenterte ras er benyttet til dette. Ut fra dette er det gjort endringer i de konsekvenskostnadene og konsekvensfaktorene som benyttes for å beregne risikoen.

Det er også sett på hvordan sannsynligheten for ras bør anslås, sett ut fra statistikk og de forholdene som kartlegges på stedet.

3 KARTLEGGINGSVERKTØYET

3.1 Kort beskrivelse av kartleggingsverktøyet

Kartleggingsverktøyet som er beskrevet i denne rapporten, benytter kalkulasjon av risiko knyttet til ras/nedfall for å komme fram til en beslutning om prioritering av tiltak. Begrepet

$$\text{Risiko} = \text{sannsynlighet} \times \text{konsekvens} = P \times K$$

står sentralt i praktiseringen av metoden. P regnes som sannsynligheten for at et ras/nedfall skjer i løpet av en tidshorisont, L. Konsekvensen, K, regnes i kroner og innbefatter alle kostnader forbundet med hendelsen, også verdiskade og den verdien som kan settes på skade på mennesker eller tap av menneskeliv.

For å kunne vurderes opp mot et tiltak som reduserer eller fjerner risikoen, blir risikotallet diskontert til nåverdi. Dermed kan nytte-/kostverdien beregnes og benyttes for prioritering av tiltak.

En utførlig beskrivelse av metoden og kartleggingsverktøyet er gitt i rapport 2460.01 fra O. T. Blindheim AS, datert 7. mai 2001.

4 SANNSYNLIGHETSVALDERING

4.1 Estimert for sannsynligheten for ras

For å kunne bruke kartleggingsverktøyet er det nødvendig å foreta estimert for sannsynligheten for ras. Dette har tidligere ikke vært vanlig ved ingeniørgeologisk kartlegging, slik at det er et behov for å vurdere om de sannsynlighetsverdiene som framkommer etter en kartlegging har noenlunde godt samsvar med det som kan leses ut fra statistikk og erfaringer med ras langs linja.

O. T. Blindheim AS benyttet kartleggingsverktøyet for første gang høsten 2001 på en 90 km lang strekning på Nordlandsbanen, ref. 1, rapport 2290.06. BanePartner har også benyttet kartleggingsverktøyet på en 119 km lang strekning fram til Bodø, ref. 3. Denne kartleggingen ble utført både med det prioritetsbaserte kartleggingssystemet og det risikobaserte systemet som er utviklet av O. T. Blindheim AS. I en rassikringsrapport fra Elsfjord, ref. 2, er kartleggingen utført etter det prioritetsbaserte systemet, men det er likevel gitt en vurdering nedenfor av hvordan sannsynligheten for ras er benyttet.

4.2 Vurdert sannsynlighet i O. T. Blindheim AS rapport 2290.06

På en strekning på 90 km fra Bjerka til Krokstrand ble kartleggingsverktøyet utprøvd for første gang. Kartleggingen ble utført på en grov måte, delvis med bruk av Robel, resten er utført til fots langs linja. Det innebærer at områdene som ligger høyt i skjæringen er vurdert på avstand. Erfaringene fra tilsvarende arbeider har vist at ved bruk av mobilkran eller tau, vil det oppdages flere ustabile blokker/partier. Antall potensielt rasfarlige partier ville dermed blitt større.

Kartleggingen har ikke omfattet vurderinger av mulige større raspartier. Noen slike blir registrert, mens andre som krever mer detaljert kartlegging med observasjoner langt oppe i skjæringa, kan bli undervurdert eller oversett.

Disse to momentene indikerer at rashyppigheten vil være større enn det som kartlegges og at rasfarlige blokker/partier ikke blir oppdaget ved en slik grov kartlegging.

Det er uomtvistelig at det er svært vanskelig å estimere sannsynligheten for når nedfall av en blokk eller et parti i skjæringen vil inntreffe. Enkelte situasjoner kan bli vurdert til å gi ras etter kort tid, mens det viser seg at blokka er stabil mange år etter. Selv i situasjoner med underkuttende sleppe og åpne slepper i bakkant, kan blokka bli stående i svært lang tid før ras inntreffer, mens den som kartlegger kan vurdere situasjonen dit hen at man antar at den vil falle om kort tid.

Sannsynligheten for ras og tidsestimatet er videre gjort uten å ta hensyn til at det utføres et vedlikehold av linja. Det kan ikke utelukkes at noen av de lokalitetene som vi har registrert som potensielle raspartier, spesielt de som vi har angitt med stor $P(k)$ og lite $E(t)$, vil bli rensket ned i nær fremtid. Antall ras som registreres på strekningen vil da reduseres i forhold til det som ble kartlagt. $P(k)$ angir sannsynligheten for at et ras skjer innenfor en gitt tidsperiode (30 år) og $E(t)$ forventet hendelsestidspunkt etter at det er gjort et trippelanslag for når hendelsen tidligst, antas og senest ventes å inntreffe.

Det er i rapporten estimert at når alle disse forholdene tas i betraktning, så kan rashyppigheten være mellom 20 og 50% høyere enn det som konkret ble kartlagt.

I vurderingene av sannsynlighet for ras er det gjort anslag for sannsynligheten for at et ras inntreffer innen en tidsperiode på 30 år. Sannsynlighetsanslagene varierer fra $P(k) = 1,0$ til $0,2$. Alle lokalitetene med $P(k) = 1,0$ har forventningsverdi, $E(t) < 30$ år, hvilket er rimelig når det er vurdert som 100% sikkert at raset skjer i perioden. Den høyeste $E(t)$ med $P(k) = 1,0$ er 18,7 år, med $t_{\min} = 5$, $t_{\text{ant}} = 20$ og $t_{\max} = 30$. Når $E(t)$ er vurdert til $1,0$, må også $t_{\max} \leq 30$. Den laveste forventningsverdien er $E(t) = 1,2$ med $t_{\min} = 0$, $t_{\text{ant}} = 0,5$ og $t_{\max} = 3$.

Av de lokalitetene som har $P(k) < 1,0$ er det høyeste tidsestimatet = 50,7 år. Hensikten med den type kartlegging som er utført, er å avdekke muligheten, eller sannsynligheten, for ras innen relativt kort tid, i størrelse < 10 år. Potensielle ras med liten størrelse og med liten sannsynlighet for å inntre tidlig, $E(t) > 50$ år, blir ikke tatt med i kartleggingen. Store ras eller skred som kan gi store konsekvenser, kan gi høy risiko selv om det forventes å inntreffe først om kanskje 100 år. Imidlertid har konsekvensvurderingen vist at konsekvensen ikke øker spesielt mye dersom størrelsen av raset øker over 25 m^3 . Dette skyldes at skade både på materiell og personer må forventes ikke å øke selv om rasstørrelsen øker. Dermed må det kunne konkluderes med at for en vurdering av risikobildet, er det ras med forventet hendelse innenfor 50 år som er mest interessant å vurdere.

For vurdering av sannsynlighet for hendelse opp mot forventningsverdi, kan det være interessant med noen eksempler på hvordan $P(k)$ og $E(t)$ må ha en viss sammenheng.

Eksempel 1: $P(k) = 0,8$, dvs det er 80 % sannsynlighet for at raset skjer innen 30 år. Da kan forventningsverdien være enten mindre eller større enn 30 år, men $t_{\max} > 30$ år. Se for eksempel lokalitet 506.940: $P(k) = 0,8$, $E(t) = 20,3$ (1,20,40). I rapporten er det en del av anslagene som ikke oppfyller dette kravet.

Eksempel 2: $P(k) = 0,5$, dvs. det er like sannsynlig at raset skjer før som etter at 30 år har gått. Forventningsverdien bør ut fra en slik antagelse ligge i området 20 til 40 år. Se for eksempel lokalitet 506.925: $P(k) = 0,5$, $E(t) = 23,7$ (1,20,50). Også her er forventningsverdien anslått noe for lavt for mange av registreringene ut fra den sannsynligheten som er angitt.

Eksempel 3 på lav sannsynlighet: $P(k) = 0,3$, dvs det er 70 % sannsynlighet for at raset skjer etter 30 år har gått. Da bør t_{ant} være større enn 30 år. Dette er heller ikke gjort konsekvent under kartleggingen. Se for eksempel lokalitet 532.295: $P(k) = 0,3$, $E(t) = 25,0$ (5,10,60).

Det synes derfor som om en justering av kartlagte verdier er nødvendig ved en samlet gjennomgang av resultatene.

4.3 Vurdert sannsynlighet i BanePartner rapport Elsfjord

Siden dette er en kartlegging basert på det prioritetsbaserte systemet, finnes det ingen konkrete anslag for når et mulig ras vil inntre. Uttrykk som "moderat", "stor" og "ikke stor risiko" (for rasfare) er benyttet.

I tabell 1 er vurderingene "oversatt" til det risikobaserte systemet.

Tabell 1 Vurdering av sannsynlighet i kartlegging Elsfjord, km 448 til km 450.305

Lokalitet	Beskrivelse/angivelse av sannsynlighet i rapporten fra BanePartner	Vår oppfatning i henhold til beskrivelsen	Vår vurdering av sannsynlighet
448.000-448.520	Det er registrert nedfall av stein fra dette området i 1978 og i 1981. Sannsynligheten for at det skal inntreffe et ras som blokkerer jernbanesporet vurderes som moderat.	Sannsynligheten for nedfall er ikke angitt eller omtalt i rapporten. Vi oppfatter det som om det kan skje ett større nedfall.	$P(t) = 0,5$ $E(t) = 5, 20, 50$ Volum: 5-25 m ³
448.769-449.340	Tidligere registrert to nedfall, i 1988 og den 3.9.2001. Forskjæringa har behov for gjennomgående fjellrensk da det er en del mindre, løse blokk. Også behov for boltesikring. Gjelder stor blokk inntil sporet, samt et parti med markert underkuttende, bratt sleppe.	Det er stor sannsynlighet for nedfall av mindre blokk (renskeblokk) og større partier (opptil 10-15 m ³ ?).	$P(t) = 1,0$ $E(t) = 0,5, 1, 5$ Volum: <0,5 m ³ og 0,5 til 5 m ³ . 5-10 enkelthendelser
449.697-449.980	Utført omfattende fjellrensk i området i de senere år. Det går sjelden ras på stedet og det er nylig utført fjellrensk.	Fjellrensk eliminerer ikke sannsynlighet for nye ras. "Det går sjelden ras" er en subjektiv vurdering, og kan oppfattes som at sannsynligheten for ras er liten.	$P(t) = 0,5$ $E(t) = 5, 20, 40$ Volum: <0,5 m ³ 1-3 enkelthendelser

Tabell 2 Vurdering av sannsynlighet i kartlegging Elsfjord. km 450,305 til km 453,205

Lokalitet	Beskrivelse/angivelse av sannsynlighet i rapporten fra Banepartner	Vår oppfatning i henhold til beskrivelsen	Vår vurdering av sannsynlighet
450.305-450.550	Tidligere registrert ett nedfall i 1979. Utført omfattende fjellrensk i 1999 nord for tunnelen og stabiliteten i skjæringa er vurdert som tilstrekkelig. Sør for tunnelen er det behov for omfattende fjellrensk, anslagsvis 50 m ³ løsfjell. Ovenforliggende terreng vurderes som lite rasfarlig.	Fjellrensk utelukker ikke nye nedfall. Tilstrekkelig stabilitet er subjektivt, men kan oppfattes å innebære lite sannsynlig at det vil skje nedfall de første årene. Behov for omfattende fjellrensk oppfattes som at det er stor sannsynlighet for nedfall.	Nord for tunnelen: P(t) = 1,0 E(t) = 5, 15, 25 Volum: <0,5 m ³ Sør for tunnelen: P(t) = 1,0 E(t) = 0,5, 2, 5 Volum: <0,5 m ³ 5-10 enkelthendelser
450.741-451.500	Dobbelttidig skjæring, mye løsstein i begge sider. Behov for gjennomgående fjellrensk og boltesikring. Ikke stor risiko forbundet med rasfare fra ovenforliggende terreng.	Stor sannsynlighet for umiddelbare nedfall av stein fra skjæringene.	P(t) = 1,0 E(t) = 0,5, 2, 5 Volum: <0.5 m ³ og 0.5 – 5 m ³ 2-5 enkelthendelser
451.500-452.300	Tidligere ett nedfall i 1981. 451.500-451.700: Behov for bolting og fjellrensk. 452.100-452.250: Behov for omfattende fjellrensk. Glatte sprekkeplan med fall 40-50 ° mot sporet. Virker som glideplan for blokker. Det finnes både større og mindre løse blokker som må fjernes. Behov for sprenging av et par store blokker. Bolting av låseblokker. Ikke stor risiko forbundet med rasfare fra ovenforliggende terreng.	452.100-452.250: Stor sannsynlighet for nedfall av mindre og mellomstore blokker. 452.100-452.250: Stor sannsynlighet for snarlige nedfall av store blokker. Det er betydelige mengder som kan renskes ned (50-100 m ³ ?). Stor sannsynlighet for nedfall av svært store partier, men kanskje ikke umiddelbart. Bildene fra begge partiene viser godt at situasjonen er kritisk.	P(t) = 1,0 E(t) = 0,5, 2, 5 Volum: <0.5 m ³ og 0.5 – 5 m ³ 1-3 enkelt-hendelser P(t) = 1,0 E(t) = 0,5, 2, 5 Volum: 0.5 – 5 m ³ 4 enkelthendelser P(t) = 1,0 E(t) = 5, 10, 20 Volum: 5-25 m ³ . 2 enkelthendelser
452.300-452.850	Tidligere to steinras, i 1962 og 1957. Det er flere registrerte ras fra et begrenset område. Relativt høy sannsynlighet for ras. Anbefalt sikring av bekkefarene med fangnett.	Vanskelig å vurdere sannsynligheten for ras ut fra beskrivelsen.	P(t) = 0.8 E(t) = 1, 3, 10 Volum: <0.5 m ³ og 0.5 – 5 m ³ . 2 enkelthendelser



452.850-453.180	Tidligere registrert ett nedfall i 1982. Behov for noe mekanisk rensk i øvre del av skjæringa syd for Jarnfjell tunnel. Sannsynligheten for ras fra ovenforliggende terreng anses å være liten.	Vanskelig å vurdere sannsynligheten. "Behov for noe mekanisk rensk" er vanskelig å oversette til sannsynlighet. Størrelsen er umulig å definere, det samme gjelder tidsanslag.	Umulig å estimere ut fra beskrivelsen
-----------------	---	--	---------------------------------------

Ut fra vår oppfatning av beskrivelsen, har vi beregnet antall ras per år over 30 år for de to parsellene. Resultatene viser at de beskrevne sannsynligheter for ras blir beregnet til 0,953 ras per år. Dette gjelder for strekningen på 5 km som er kartlagt i parsell 1 og 2.

Statistisk sannsynlighet for antall ras pr år på strekningen (5 km lang strekning) er tatt ut fra Banedatabanken. I følge BDB har det på strekningen km 448 til 463 (= 15 km) skjedd 44 ras fra skjæringer siden 1951. Det vil si $44 \text{ ras} : 49 \text{ år} = 0,89 \text{ ras pr år}$. Fordelt med likt gjennomsnittlig antall ras pr km, vil antall ras per år for en strekning på 5 km bli:

$$\frac{0,89 \times 5}{15} = 0,29 \text{ ras pr år}$$

Korrigeres dette for sannsynlig underrapportering, kan antall ras pr år ligge i størrelsesorden 0,45.

Ved sammenligning av de beregnede antall ras med bruk av beslutningsverktøyet, 0,953 ras per år, og den statistiske sannsynligheten, 0,45 ras per år, ses at den beregnede sannsynligheten er omtrent dobbelt så stor som den statistiske. Ved vurdering av resultatene må det tas i betraktning at vår tolkning av beskrivelsen sannsynligvis innebærer en stor usikkerhet. Det må også tas i betraktning at vurderingen av BanePartner ikke er utført med samme målsetting som beslutningsverktøyet forutsetter. Det vil si det er ikke utført en detaljert vurdering av hvert enkelt tilfelle, men en generell vurdering av en hel skjæring (som i enkelte tilfeller kan være opptil 400 meter lang).

4.3.1 Generelt om begrepene som er brukt i rapporten

Sannsynligheten for at ras vil inntreffe er enten ikke vurdert i det hele tatt, eller det er vurdert med subjektive karakteristikk: "liten", "moderat", "stor". Det er ikke gitt beskrivelse av størrelsen på eventuelle ras, og heller ikke tidsanslag for når de forventes å inntreffe.

Konsekvensen er karakterisert kun i et par tilfeller og da med ordene "alvorlig" eller "moderat". Men det er ikke foretatt vurdering av konsekvensfaktorer, det vil si om for eksempel stedet hvor hendelsen (raset) kan inntreffe har betydning for konsekvensen.

Begrepet risiko er angitt med subjektive karakteristikk; "liten", "moderat", "stor". Det må kunne sies at den "risikovurderingen" som da er utført, er lite presis og vanskelig å forholde seg til ut fra sannsynlighet for ras respektive konsekvens for ras på dette stedet.



Selv om det bare er gitt kvalitative vurderinger av rasfaren i denne kartleggingen, kan det likevel være mulig å transformere vurderingene til det risikobaserte systemet uten all for stor usikkerhet. Konsekvensene kan kalkuleres i etterkant ved bruk av det risikobaserte systemet.

4.4 Vurdert sannsynlighet i BanePartner rapport Nordlandsbanen sør for Bodø

I denne rapporten har BanePartner foretatt en kartlegging hvor både det prioritetsbaserte og det risikobaserte systemet er benyttet. En forenkling av konsekvensberegningene er utført, men denne tilpasningen synes å kunne aksepteres ut fra de små forskjellene som en fullstendig bruk ville gitt.

Ved vurdering av hvilke tiltak som bør gjennomføres, er imidlertid kun den beregnede risikoen, $P(k) \times R$, benyttet. Tidspunktet for når hendelsen forventes å inntreffe er ikke vurdert, og kostnaden for tiltaket, som helt eller fjerner risikoen, er heller ikke tatt med i vurderingen. Dermed kan et tiltak som er kostbart for å fjerne risikoen ett sted bli valgt framfor et rimelig tiltak for å fjerne en tilsvarende risiko et annet sted. Det må derfor presiseres at det er brøken for nytte-/kost som illustrerer effekten et tiltak har for å redusere risikoen.

Den sammenligningen som er gjort i rapporten illustrerer derfor ikke helt ut hvordan de to metodene kan brukes sammen. Det må også anføres at de verdiene som angir sannsynlighet for ras ikke er i henhold til den vurderingen som det er redegjort for i kap. 4.2. Mange av risikoverdiene ser ut til å være for lave.



5 KONSEKVENSANALYSE

5.1 Analyse av godt dokumenterte ras

Konsekvensen av et ras/nedfall vil avhenge av en rekke faktorer. Verktøyet som er utviklet for konsekvensanalyse av et ras/nedfall, forsøker å gjenspeile de fleste faktorer som spiller inn i et tenkt rastilfelle. Det er nærliggende først å tenke på størrelsen av et ras når konsekvensen skal vurderes, og det er stort sett denne faktoren som må vurderes av ingeniørgeologen under en befaring. Det er imidlertid en rekke andre faktorer som spiller inn ved vurdering av konsekvens, men disse faktorene kan vurderes uavhengig av kartleggingen.

Konsekvens må beregnes i kroner dersom risikoen skal kunne angis. Dette innebærer at også personskader og tap av menneskeliv må angis med et beløp. Dette beløpet må inkludere både det tap den skadde/døde får for seg eller sin familie og de samfunnsmessige tapene som følger. Det er allment akseptert at et menneskeliv settes til en verdi på 20 mill. kr (2000-kroner) i slike betraktninger.

Ut i fra at konsekvensen i verktøyet er beregnet i kroner, skal det være mulig å sammenligne beregnet konsekvens med konsekvensen i et virkelig rastilfelle.

En del av konsekvenskostnadene vil være vanskelig å sammenligne med et virkelig rastilfelle, fordi det vil være vanskelig å få tall på alle kostnadene i tilknytning til raset. Eksempler på hva som kan være vanskelig å tallfeste kan være følgende:

- ✓ Ved død settes kostnaden til 20 millioner, med det er vanskelig å vurdere verdien og omfanget av personskade.
- ✓ Kostnader i forbindelse med opprydding innebærer også bruk av eget mannskap og eget utstyr. Ofte vil ikke dette bli tatt med når kostnader i forbindelse med raset skal fastsettes.
- ✓ Tap av renommé vil være umulig å tallfeste som følge av et enkelt ras.
- ✓ Ved forsinkelse er det vanskelig å få med alle faktorer som gir økt kostnad i et gitt tilfelle. Dette kan for eksempel være kostnader til dekking av alternativ transport for passasjerer eller overtidsbetaling til de ansatte.

Men på tross av at det er vanskelig å få helt riktige kostnadsanslag fra et kjent rastilfelle, har det stor verdi å sammenligne det tilgjengelige materialet. Det vil da være viktig å ikke bare se på den endelige summen, men også på de enkelte postene og samspillet mellom disse. Dersom det er stort avvik mellom beregnede konsekvenskostnader og de virkelige, bør det vurderes hva som er årsaken til avviket. Det kan være at det er spesielle aspekter ved ulykken som medfører kostnader som er vanskelig å fange opp ved hjelp av verktøyet.

En av målsettingene med denne rapporten, er å finne ut om enkelte av de konsekvensfaktorene og konsekvenskostnadene som benyttes i verktøyet bør endres ut fra erfaringstallene.

Som grunnlag for å vurdere et slikt verktøy er det nødvendig med en tilstrekkelig mengde erfaringstall. Det har vist seg vanskelig å skaffe særlig god dokumentasjon av kostnadene knyttet til ras. Likevel kan de dataene som finnes, gi en indikasjon på om verktøyet gir sannsynlige resultater.



5.2 Dokumentasjon av konsekvenskostnader

I tabell 3 er det satt opp en sammenstilling av 7 rastilfeller fra henholdsvis Bergensbanen, Østfoldbanen, Drammensbanen, Sørlandsbanen og Nordlandsbanen. I vedlegg 1 er dokumentasjonen gitt slik vi har mottatt den. Raset på Bergensbanen høsten 2001, km 324,2 er spesielt godt dokumentert. For de andre tilfellene mangler flere konsekvenskostnader. For å gjøre vurderingen noe mer realistisk, er det derfor gjort antagelser om konsekvensene. Dette er angitt i vedlegg 2.

Alle de rasene som er i tabell 3 har vært med påkjørsel. Når beregnet konsekvens i tabellen vurderes mot virkelig konsekvens ved påkjørsel av raset, er det viktig å ta med at verdien for K_{skade} må multipliseres med 7, fordi det i beregningen er tatt hensyn til at påkjøring av ras skjer i bare 15% av tilfellene.

Når det gjelder skade på person, har ingen av eksemplene som er rapportert av Jernbaneverke i vedlegg 1 medført skade på person. Vi har imidlertid informasjon om at påkjørselen på Nordlandsbanen, km 448.930 medførte skade på lok.fører. Kostnaden for skaden er kun antatt.

Tabell 3 Data fra 7 godt dokumenterte rastilfeller. Beregnet verdi etter revisjon av verdier.

	Bergensbanen		Østfoldbanen		Drammensbanen		Nordlandsbanen	
	km 324,2		km 24,72		km 21,6		km 448.930	
	beregnet	kjent	beregnet	kjent	beregnet	kjent	beregnet	kjent
Størrelse på ras:	0,5 - 5	2	5-25		< 0,5		10	5-25
Bane-prioritet		3		3	1	1	3	3
kf₁	2,5		1,5		1,5		3	
kf₂	2		2		2		2	
kf₃	1,25		1,88		1,85		1,92	
kf₄	0,5		0,5		1		1	
kf₅	4		2		2		4	
K_{skade}	242	3680	324	0	64	50	568	250
K_{Rydding}	534	1000	594	25	38	65	831	250
K_{personer}	313	0	776		0		1484	500
K_{Forsinkelse}	50	800	360	?	12		600	1200
K_{Miljø}	2		5		0		5	0
K_{Renommé}	0	?	0		0		0	
Konse-kvens, K	1141	5480	2059	25	114	115	3488	2200

Tabell 3 forts. Data fra 7 godt dokumenterte rastilfeller. Beregnet verdi etter revisjon av verdier.

	Nordlandsbanen		Sørlandsbanen		Nordlandsbanen	
	km 562.350		km 402,7		km 478,03	
	beregnet	kjent	beregnet	kjent	beregnet	kjent
Størrelse på ras:	10,0	5-25	3,0	0,5-5	50	25-100
Bane-prioritet	3	3	3	3	3	3
kf₁	1		1,0		2	
kf₂	2		1,0		2	
kf₃	1,9		1,9		2	
kf₄	1		1,0		1	
kf₅	4		1,0		2	
K_{skade}	564	200	95	4000	523	500
K_{Rydding}	475	50	153	1300	1650	250
K_{personer}	1175	0	94	0	1462	0
K_{Forsinkelse}	240	0	20	300	1152	250
K_{Miljø}	5	0	2	0	15	0
K_{Renommé}	0	0	0	?	0	?
Konse-kvens, K	2458	250	364	5600	4802	1000

5.3 Revurdering av konsekvensfaktorer

Det er ikke mulig med det dokumentasjonsmaterialet som foreligger, jfr. tabell 3, å gi noen endelige verdier for konsekvenskostnader og konsekvensfaktorer. Det er også store avvik i tabellen mellom beregnet og virkelig.

Konsekvenskostnadene, K_i , ser ut til å stemme rimelig godt med virkeligheten, men det er fortsatt for lite data, spesielt med hensyn til forsinkelseskostnader. Ett av de rasene som er med i tabell 3, medførte personskader. Dette er noe oftere enn statistikken sier, nemlig at 1 av 15 påkjørsler medfører personskader.

Det er to av konsekvensfaktorene som ser ut til å gi for liten endring i konsekvens selv med store endringer i forutsetninger. Det er derfor foretatt en enkel følsomhetsanalyse for å sjekke om disse konsekvensfaktorene, eller vektingen av disse, bør endres.

Dette gjelder kf_5 som går på sikt. Det må antas at en større andel påkjørsler av ras skjer der hvor det er kort sikt og at hastigheten også vil være større i sammenstøtet når det er kort sikt. kf_5 bør derfor settes til henholdsvis 1, 2,5 og 4 for god, middels og dårlig sikt.

Vedrørende trafikktype er det i nåværende formel liten forskjell i konsekvens om togsettet er gods eller lok.vogner. Siden de fleste banestrekninger har en blanding av forskjellige trafikktyper, gir nåværende vektning bare små variasjoner i konsekvenskostnad, stort sett variasjon mellom 0,8 og 1,2. Ved at t_M settes til 4 og t_L til 2, blir variasjonene noe større. Med 60% motorvognsett og kun 10% godsvogner blir faktoren $kf_3 = 3$.

5.4 Konsekvenskostnader etter uttesting

Konsekvenskostnaden, K , blir beregnet som summen av seks hovedelementer, *direkte* og *indirekte konsekvenskostnader*, som har varierende størrelse alt etter hvilke såkalte *konsekvensfaktorer* som benyttes

$$K = K_{\text{Skade}} + K_{\text{Rydding}} + K_{\text{Personer}} + K_{\text{Forsinkelse}} + K_{\text{Miljø}} + K_{\text{Renommé}}$$

De *direkte konsekvenskostnader* er identifisert ved kostnader forbundet med:

K_{Skade}	= Materielle skader på tog
K_{Rydding}	= Fjerning/opprydding/infrastruktur
K_{Personer}	= Skadde/døde personer

Følgende uttrykk for de *direkte konsekvenskostnadene* benyttes:

$$K_{\text{Skade}} = K_1 \times (kf_2 + kf_3 + kf_4 + kf_5 - 3)$$
$$K_{\text{Rydding}} = K_2 \times (kf_1 + kf_2 - 1)$$
$$K_{\text{Personer}} = K_3 \times (kf_1 + kf_2 + kf_3 + kf_4 + kf_5 - 4)$$

der

K_1 , K_2 og K_3 = *Basis konsekvenskostnader* som følge av raset. ("Raset skjer på lett tilgjengelig sted")

Konsekvensfaktorene er

kf_1	= Tilgjengelighet av rassted
kf_2	= Terrengform på rassted
kf_3	= Trafikktype
kf_4	= Hastighet av tog
kf_5	= Siktavstand

I det tilfellet at alle konsekvensfaktorene, kf_n , er 1, vil den direkte konsekvenskostnaden være lik basis konsekvenskostnad; for eksempel $K_{\text{Skade}} = K_1$.

(tallet i parentesene i uttrykket for direkte konsekvenskostnad er valgt slik at verdien av parentesene blir lik 1 når alle konsekvensfaktorer er 1).

Konsekvensfaktorene er valgt slik at i et "normalt" tilfelle, der raset skjer på lett tilgjengelig sted, vil verdien av dem være 1.



Et *normalt tilfelle* ut i fra konsekvensfaktorene vil bety:

- $kf_1 = 1$: Nær veg/stasjonsområde. Praktisk greit å nå rasstedet med kjøretøy.
 $kf_2 = 1$: Relativt flatt terreng, skråningshøyde < 2 m.
 $kf_3 = 1$: Trafikk med kun lok.vogner
 $kf_4 = 1$: Toghastighet mellom 60 og 90 km/t.
 $kf_5 = 1$: Åpent landskap med siktavstand > 300 m.

De indirekte konsekvenskostnadene kan uttrykkes ved:

$K_{\text{Forsinkelse}}$ er beregnet ut fra forsinkelse og kostnad per tidsenhet ved forsinkelsen

$K_{\text{Miljø}}$ er vurdert ut fra miljøskade fra farlig gods som blir eksponert

K_{Renomme} er vurdert ut fra tap i passasjertrafikk etter store hendelser

5.5 De direkte konsekvenskostnadene

$$K_{\text{Skade}} = K_1 \times (kf_2 + kf_3 + kf_4 + kf_5 - 3)$$

K_1 uttrykker basis konsekvenskostnaden for de materielle skadene på tog.

For å komme frem til K_1 er det gjort anslag på lave og høye verdier for de materielle skadene på tog ved påkjørsel. Det antas større skader ved økende størrelse av raset. Men etter en viss rasstørrelse vil kostnadene ikke øke mer uavhengig av hvor store rasmassene er. Det er i forrige rapport tatt hensyn til at påkjøring av ras skjer i 25% av tilfellene, ved at verdiene er redusert til ¼. Nøyere gransking av statistikken viser at rastilfeller som er rapportert som "påkjørt/varslet av tog" ikke nødvendigvis er påkjørt av toget. Dette har ført til at estimatet for andelen av ras som medfører påkjørsel er redusert til 15%.

Ut fra dette er det satt opp høye og lave verdier for K_1 som gitt i tabell 4.

Tabell 4 Høye og lave verdier for K_1

Beskrivelse av rassted	Størrelse på ras	K_1	
		Materielle skader på tog ved påkjørsel ¹⁾	
		lav	høy
Tunnel og skj.	< 0,5 m ³	0	45
Tunnel og skj.	0,5 – 5	12	90
Skjæring	5 – 25	12	180
Skjæring/dalside	25 – 100	30	240
Skjæring/dalside	100 - 500	30	240
Dalside	>500	30	240

¹⁾Det er tatt hensyn til at påkjørsel av ras skjer i 15% av rastilfellene



Den basis konsekvenskostnad, K_1 , som brukes i beregningene vil være en middelvei av lav og høy verdi.

K_{skade} influeres dessuten av konsekvensfaktorene kf_2 , kf_3 , kf_4 , og kf_5 . K_{skade} vil være lik K_1 når alle konsekvensfaktorene er lik 1.

$$K_{\text{Rydding}} = K_2 \times (kf_1 + kf_2 - 1)$$

K_2 uttrykker basis konsekvenskostnaden for fjerning/opprydding/infrastruktur

For å komme frem til K_2 er det gjort anslag på lave og høye verdier for kostnadene forbundet med fjerning og opprydding etter et ras, uavhengig av om raset har blitt påkjørt eller ikke. Det antas større kostnad ved økende størrelse av raset.

Ut fra dette er det satt opp høye og lave verdier for K_2 som gitt i tabell 5.

Tabell 5 Høye og lave verdier for K_2

Beskrivelse av rassted	Størrelse på ras	K_2 Fjerning/opprydding/infrastruktur	
		lav	høy
Tunnel og skj.	< 0,5 m ³	0	50
Tunnel og skj.	0,5 - 5	5	300
Skjæring	5 - 25	25	450
Skjæring/dalside	25 - 100	100	1000
Skjæring/dalside	100 - 500	150	1500
Dalside	>500	300	2000

Den basis konsekvenskostnad, K_2 , som benyttes i beregningene vil være en middelvei av lav og høy verdi.

K_{Rydding} influeres av konsekvensfaktorene kf_1 og kf_2 . K_{Rydding} vil være lik K_2 når alle konsekvensfaktorene er lik 1.

$$K_{\text{Personer}} = K_3 \times (kf_1 + kf_2 + kf_3 + kf_4 + kf_5 - 4)$$

K_3 uttrykker basis konsekvenskostnaden for skadde/døde personer. For å komme frem til K_3 er det flere faktorer som er vurdert:

1. Med utgangspunkt i Det Norske Veritas "Kostnader for personskader ved jernbaneulykker (1995-priser)", kan følgende kostnader settes opp (2000-priser):

Tabell 6 Kostnader for personskader ved jernbaneulykker (2000-priser)

Skadegrad	Kostnad per tilfelle
Dødsfall	20 mill. kroner
Svært alvorlig skade	8 mill. kroner
Alvorlig skade	2,6 mill. kroner
Lettere skade	0,23 mill. kroner

2. Med hensyn på skade/død av personer er vurderingene gjort med utgangspunkt i at skade/død inntreffer ved bare 1 % av rastilfellene, eller ca 7 % av påkjørslene.
3. Det antas at det ved ras $< 0,5 \text{ m}^3$ ikke vil forekomme skade/død av personer. Det antas videre at kostnadene for skade/død av personer øker med økende størrelse av ras opp til en rastørrelse på $>25 \text{ m}^3$.

Ut i fra dette har verdiene for K_3 blitt valgt, og disse er gitt i tabell 7.

Tabell 7 Konsekvenstill for K_3

Beskrivelse av rassted	Størrelse på ras	K_3 Skadde/døde personer
Tunnel og skjæring	$< 0,5 \text{ m}^3$	0
Tunnel og skjæring	0,5 – 5	50
Skjæring	5 – 25	200
Skjæring/dalside	25 – 100	300
Skjæring/dalside	100 – 500	300
Dalside	>500	300

Tabellen kan nå forstås ut fra punkt 2 slik at et ras mellom 0,5 og 5 m^3 medfører en skade tilsvarende en kostnad på kr 5 millioner når det først skjer en skade på person (50.000,- x 100). Ut fra punkt 1 vil denne kostnaden ligge mellom kostnadene for alvorlig skade og svært alvorlig skade. Økende kostnad for økende størrelse på ras vil være et uttrykk for at en forventer alvorligere skade og/eller flere skadde.

K_{Personer} influeres av konsekvensfaktorene k_{f1} og k_{f2} . K_{Personer} vil være lik K_3 når alle konsekvensfaktorene er lik 1.

5.5.1 De indirekte konsekvenskostnadene

$K_{\text{Forsinkelse}}$

Ved ras vil det i de fleste tilfeller oppstå forsinkelser for toggangen på en eller annen måte. Konsekvensen av forsinkelser vil henge nøye sammen med Baneprioriteten, som er et uttrykk både for trafikkvolum og viktigheten av selve banen. Det er derfor valgt å ta utgangspunkt i Baneprioritet når konsekvensverdiene er bestemt. I tillegg antas at størrelsen på selve



forsinkelsen vil være avhengig av størrelsen på raset, slik at et stort ras vil føre til linjebrudd av lengre varighet enn et lite ras.

Tilgjengeligheten av rassted, uttrykt ved k_{f1} , vil også ha innvirkning på $K_{\text{Forsinkelse}}$, ved at et vanskelig tilgjengelig rassted medfører større forsinkelse enn et rassted som er lett tilgjengelig.

I tabell 8 er det satt opp antatte forsinkelser for de ulike kombinasjoner av rasstørrelse og baneprioritet, sammen med antatte kostnader per tidsenhet for forsinkelsen. De verdiene som er benyttet er valgt på grunnlag av samtaler med Jernbaneverket og etter skjønn.

Tabell 8 Togforsinkelse og kostnad per tidsenhet for forskjellig Baneprioritet

		Forsinkelse, t_{fors} , som følge av ras i område med god tilgjengelighet (min., timer og døgn)				
Sted for hendelse	Størrelse på ras	Baneprioritet				
		5	4	3	2	1
Tunnel og skj.	< 0,5 m ³	4	4	4	4	4
Tunnel og skj.	0,5 – 5	80	70	50	40	30
Skjæring	5 - 25	24 t	20 t	10 t	5 t	3 t
Skjæring/dalside	25 - 100	2 d	36 t	24 t	20 t	10 t
Skjæring/dalside	100 - 500	3 d	3 d	3 d	2 d	1 d
Dalside	>500	>3 døgn	>3 d	>3 d	>3 d	> 3 døgn
		Kostnad, k_{fors} = kostnad per tidsenhet for forsinkelsen				
Kostnad pr min forsinkelse		100	200	400	1000	2000
Kostnad pr time forsinkelse		6000	12000	24000	60000	120000
Kostnad per døgn forsinkelse		144000	288000	576000	1440000	2880000

Ut fra tabellen ser man at for rasstørrelsene 0,5-5, og 5-25 m³ vil forsinkelsen bli mindre for høyere baneprioritet. Dette har sammenheng med at det antas større beredskap ved høyere baneprioritet, og dermed en hurtigere opprydding og redusert forsinkelse. For større ras antas at størrelsen på forsinkelsen ikke avhenger særlig av baneprioritet.

Tabellen uttrykker også at kostnad per tidsenhet for forsinkelsen vil øke med økende baneprioritet. Dette er logisk da Baneprioriteten uttrykker både trafikkvolum og viktighet av banen, slik at en forsinkelse på bane med prioritet 1 (rundt Oslo + Ofotbanen) har langt større konsekvenser enn en forsinkelse på for eksempel Raumabanen (Baneprioritet 4).

Ved å multiplisere forsinkelsen med kostnaden per tidsenhet, kan konsekvensen, $K_{\text{Forsinkelse}}$, settes opp i tabell 9. Tallene i tabell 9 gjelder under forutsetning av at rasstedet har god tilgjengelighet, dvs. $k_{f1} = 1,0$.

Tabell 9 Konsekvensen, $K_{\text{Forsinkelse}}$, ut fra forsinkelsen som raset medfører

		$K_{\text{Forsinkelse}} = \text{Forsinkelse i min.} \times \text{kostnad per min. forsinkelse}$ $= t_{\text{fors}} \times k_{\text{fors}}$				
		Baneprioritet				
	Størrelse på ras	5	4	3	2	1
Tunnel og skj.	< 0,5 m ³	0,4	0,8	1,6	4	8
Tunnel og skj.	0,5 – 5	8	14	20	40	60
Skjæring	5 – 25	144	240	240	300	360
Skjæring/dalside	25 - 100	288	432	576	1200	1200
Skjæring/dalside	100 - 500	432	864	1728	2880	2880
Dalside*	>500	576	1152	2304	5760	11520

$K_{\text{Forsinkelse}}$ vil ut fra dette variere med størrelse på ras og Baneprioriteten, men vil ikke avhenge av om raset blir kjørt inn i eller ikke. Dette antas å være tatt tilstrekkelig hensyn til under $K_{\text{Miljø}}$ og den direkte konsekvenskostnaden K_{Skade} .

Da forsinkelsen også antas å avhenge av tilgjengeligheten til rasstedet, multipliseres konsekvenskostnaden videre med k_{f1} , som gir de verdier for $K_{\text{Forsinkelse}}$ som benyttes i det enkelte tilfellet.

$K_{\text{miljø}}$

$K_{\text{miljø}}$ er vurdert ut fra miljøskade fra farlig gods som blir eksponert. Miljøskader i denne sammenheng er i første rekke knyttet til transport av farlig gods, og de skadene som utlekkasje/spredning av slik gods kan gi dersom det skjer en avsporing og velt i forbindelse med påkjørsel av ras.

Verdiene som er benyttet i tabell 10 er basert på statistikk fra Sørlandsbanen. Det som vil være avgjørende for bestemmelse av $K_{\text{Miljø}}$ vil være frekvensen av avsporing for tog med farlig gods, og antall eller andel tog med farlig gods på strekningen. For Sørlandsbanen går det ca. 1,5 tog med farlig gods per døgn, som er ca 6,5 % av totalt antall tog per døgn. For banestrekninger som har en annen andel av tog med farlig gods, vil det måtte settes opp tilsvarende tabell, med reduserte konsekvenskostnader for andel < 6,5% og høyere konsekvenskostnader for andel > 6,5%. Konsekvenskostnadene i tabell 10 er valgt med bakgrunn i samtaler og anbefalinger fra Jernbaneverket.

Tabell 10 Konsekvens for miljøet knyttet til ras, $K_{\text{Miljø}}$

	Størrelse på ras	$K_{\text{Miljø}}$ i 1000 kr
Tunnel og skj.	< 0,5 m ³	0
Tunnel og skj.	0,5 – 5	2
Skjæring	5 – 25	5
Skjæring/dalside	25 - 100	15
Skjæring/dalside	100 - 500	30
Dalside	>500	70

Selv om det er et tog med farlig gods som kjører inn i et ras, er det svært sjelden at det skjer utlekkasje av miljøskadelig materiale. Det er her antatt at 10% av alle slike påkjørsler gir miljøskade.

Det er videre antatt at det gir negative konsekvenser for miljøet i forbindelse med påkjørsel av ras i ca 0,09% av antall ras (antall ras x 15% x 6,5% x 10 %, der 15% uttrykker at ras blir påkjørt i 15% av tilfellene). Dette betyr at konsekvenstallet i tabell 10 er 1/1111 av det som virkelig er konsekvensen når "gjennomsnittshellet" inntreffer.

$K_{Miljø}$ vil også avhenge av størrelsen på raset slik det fremkommer i tabell 10, slik at større ras gir større konsekvens for miljøet. For ras $< 0,5 \text{ m}^3$, antas at ingen utlekkasje/spredning forekommer, slik at konsekvensen her blir lik null.

For baner der andel tog med farlig gods kan settes til 6,5 % (Sørlandsbanen) kan tabellen leses slik at konsekvensen ved en påkjørsel av ras i størrelse 100-500 m^3 er 33 millioner (30.000,- x 1111). Denne konsekvensen uttrykker de tilfellene der det blir utlekkasje/spredning av farlig gods, i 1 av 1111 rastilfeller.

$K_{Renommé}$

Tap av renommé er vurdert ut fra tap i passasjertrafikk etter store hendelser. De fleste ras og nedfall langs jernbanenettet skjer uten at publikum blir orientert i særlig grad. Oppmerksomheten blant publikum skjer helst i tilknytning til påkjørsler som gir personskader/død eller ved spesielt store ras. Også hyppigheten av ras kan bli en belastning for Jernbaneverket.

Det er ikke foretatt konkrete vurderinger eller undersøkelser av hvordan ras påvirker publikum. I tabell 11 er følgekostnader av store ras forsøkt kvantifisert, med bakgrunn i at tap av renommé gir seg utslag i redusert trafikk, spesielt persontrafikk.

Tabell 11 *Konsekvens knyttet til tap av renommé, $K_{Renommé}$*

		Baneprioritet				
	Størrelse på ras	5	4	3	2	1
Tunnel og skj.	< 0,5 m^3					
Tunnel og skj.	0,5 – 5					
Skjæring	5 – 25					
Skjæring/dalside	25 – 100					
Skjæring/dalside	100 – 500		100	500	1000	2000
Dalside	>500		500	1000	2000	5000

I tabellen er fokus lagt på størrelsen av ras, og kan leses slik at renommeet ikke er truet ved ras mindre enn 100 m^3 eller ved et hvert ras på en bane med prioritet 5. Konsekvenskostnadene er vurdert skjønnsmessig, og skal forstås å gi negativ effekt hver gang et ras av denne størrelsen skjer.



5.6 Konsekvensfaktorer etter uttesting

Tre av de faktorene som er omtalt i kap. 4.1, $K_{\text{Skade}} + K_{\text{Rydding}} + K_{\text{Personer}}$, vil variere i størrelse ut fra verdien av to eller flere av følgende konsekvensfaktorer

- tilgjengelighet av rassted
- terrengform på rassted
- trafikktype
- hastighet av tog
- siktavstand

5.6.1 Tilgjengelighet av rassted, kf_1

Stedet hvor en hendelse inntreffer kan ha stor innvirkning på konsekvensen. Spesielt gjelder dette for mer alvorlige hendelser med personskader hvor unnsetning må skje raskt. For eksempel vil en påkjørsel av et ras midt i en tunnel 5 km fra nærmeste veg/stasjon få større konsekvenser enn en påkjørsel i en halvskjæring nær veg/stasjonsområde.

Utgangspunktet for konsekvenstillene er at hendelsen skjer på et gunstig sted med nærhet til veg eller stasjonsområde slik at oppryddingsarbeider og berging kan skje på en enkel måte. Andre deler av banestrekningen vurderes i forhold til dette og gis en faktor som tilsvarer økningen i konsekvens som ulempene medfører. Tallene som er satt inn i tabell 8 er vurdert skjønnsmessig for slike forhold.

5.6.2 Terrengform på rassted, kf_2

Terrengformen på rasstedet er av avgjørende betydning spesielt i de tilfellene hvor det blir avsporing. Det vil være stor forskjell på om det er bratt ned eller flatt på den ene siden av linja. Effekten av terrengform vil imidlertid bare ha effekt ved avsporing. I strekningsanalysen for Nordlandsbanen er det antatt at avsporing skjer i 50% av tilfellene ved sammenstøt med stein. Dette er det tatt hensyn til ved vurdering av konsekvensfaktoren.

Det kan også anbefales å benytte faktor 1 for alle ras $< 0,5 \text{ m}^3$ uavhengig av terrengform.

5.6.3 Trafikktype, kf_3

Konsekvensfaktor for trafikktype er gjort avhengig av andelen av motorvognsett, lok.vogner og godsvogner. Her benyttes gjennomsnittet for all trafikk på strekningen.

Det er gitt en forskjellig vektning, t_M , t_L og t_G , for de forskjellige trafikktypene og konsekvensfaktoren beregnes ut fra formelen

$$kf_3 = t_M \times \text{andel motorvognsett} + t_L \times \text{lok.vogner} + t_G \times \text{godsvogner}.$$

For å vektlegge forskjellen i konsekvens, spesielt med hensyn på skader/tap av liv, er vektningen spesielt for andel av motorvognsett øket til 4 mot 2 tidligere.

5.6.4 Hastighet av tog, kf_4

Hastigheten av toget har stor innvirkning på skadeomfanget. En lav hastighet gjør at konsekvensene for skade på materiell og personer blir svært små og at konsekvensen begrenses til skaden som selve raset har medført. Konsekvensfaktoren er valgt slik at lav hastighet (≤ 40 km/t) gir kf_4 lik 0, hvilket gjør at både K_{Skade} og K_{Personer} blir 0 dersom de andre konsekvensfaktorene er 1. Sagt på en annen måte, dersom grunnhastigheten på strekningen er 90 km/t som gir kf_4 lik 1, og dermed K_{Skade} og K_{Personer} betydelige, kan en nedsetting av hastigheten på strekningen være et tiltak som reduserer risikoen betraktelig. Beregning av nåverdirisiko og restrisiko er for øvrig grundig omtalt i kap. 6.

Regnearkene er også laget på en slik måte at K_{Skade} og K_{Personer} blir 0 for toghastighet ≤ 40 km/t dersom størrelsen på raset er $< 0,5 \text{ m}^3$ uavhengig av hva de andre konsekvensfaktorene er.

5.6.5 Siktavstand, kf_5

Siktavstanden er vesentlig for togets mulighet til å stoppe før påkjørsel av et ras. Inndelingen er gjort grovt fordi det vil være krevende å vurdere helt korrekte siktavstander for hvert mulig ras. Effekten av siktavstand er dessuten avhengig av om det er dag eller natt, nedbør og også hvorvidt togfører har blikket rettet framover på det aktuelle tidspunktet.

Det må antas at andelen av påkjørte av ras er langt større der det er kort sikt fram til rasstedet i forhold til strekninger som er rette og oversiktlige. kf_5 bør derfor settes til henholdsvis 1, 2,5 og 4 for god, middels og dårlig siktlengde.

Tabell 12 Tilgjengelighet av rassted for redning og opprydding, kf_1

Sted for hendelse, avstander fra stasjon og veg	Faktor, kf_1
Nær veg/stasjonsområde Praktisk greit å nå rasstedet med kjøretøy	1
Avstand fra nærmeste bemannede stasjon $1 \text{ km} < s < 10 \text{ km}$ Praktisk greit å nå rasstedet med kjøretøy	1,5
Avstand fra nærmeste bemannede stasjon $1 \text{ km} < s < 10 \text{ km}$ Utilgjengelig fra veg med kjøretøy	2,0
Avstand fra nærmeste bemannede stasjon $> 10 \text{ km}$ Utilgjengelig fra veg med kjøretøy	2,5
Ekstra tillegg for hendelse i tunnel:	
0 m < inn i tunnel < 250 m	0,5
i tunnel > 250 m	1

Tabell 13 Terrengform på rassted (inntil 20 m fra spor), kf_2

Beskrivelse av terrengform på motsatt side av der raset går	Faktor, kf_2
Relativt flatt terreng skråningshøyde < 2 m	1
Skråningshøyde 2 til 8 m	2
Skråningshøyde > 8m	4
Bratt skråning som ender i sjø/vann med dybde > 5m	5
Tosidig fjellskjæring og tunnel	1,5

For ras < 0,5 m³ benyttes alltid faktor $kf_2 = 1$

Tabell 14 Trafikktipe, kf_3

Togtype	Andel av trafikken	Vekting	Faktor, kf_3
Motorvognsett	0,5	$t_M =$	4
Lok.vogner	0,3	$t_L =$	2,7
Godsvogner	0,2	$t_G =$	0,5

Tabell 15 Hastighet av tog, kf_4

Tillatt største grunnhastighet på strekningen	Faktor, kf_4
Lavhastighet, $\leq 40 \text{ km/t}$	0
$\leq 60 \text{ km/t}$	0,5
$\leq 90 \text{ km/t}$	1
$\leq 120 \text{ km/t}$	2
$\leq 160 \text{ km/t}$	2,5
$\leq 210 \text{ km/t}$	3

Tabell 16 Siktavstand, kf_5

Muligheter for fri sikt	Sikt	Faktor, kf_5
Åpent landskap	> 300 m	1
Kurver med ensidig/tosidig skjæring	300 - 100	2
Krappe svinger, tosidig høy skjæring	< 100	4



6 TILTAJKOSTNADER

6.1 Vurdering av tiltak under kartleggingen

Kartleggingstidspunktet er som regel det beste tidspunktet for å vurdere tiltak for å forbedre sikkerheten. En videre bearbeiding er ofte nødvendig å gjøre på kontoret, men strategi for sikringen velges som regel under kartleggingen.

Dersom sikringen ikke reduserer risikoen for ras til null, er det en viss restrisiko knyttet til denne lokaliteten. Det har imidlertid vist seg uhensiktsmessig å vurdere denne restrisikoen under befaringen selv om dette strengt tatt skulle vært gjort. Tiltaket må derfor anses å gi en tilnærmet full fjerning av risikoen innenfor den betraktingsperioden, 30 år, som benyttes.

6.2 Størrelse og effekt av vedlikehold

Den situasjonen med hensyn på stabilitet i tunneler og skjæringer som observeres under en kartlegging, er et øyeblikksbilde av lokaliteten som kan være forskjellig fra situasjonen for eksempel 5 år siden. Eventuell redusert stabilitet er et resultat av de ytre påvirkninger som skjer i naturen med hensyn på nedbryting.

Selv om det ikke har vært utført konkrete sikringsarbeider på stedet, utfører vedlikeholdet i Jernbaneverket jevnlig inspeksjoner hvor rydding og rensk utføres. Mange lokaliteter gir liten risiko for ras/nedfall nettopp fordi slikt vedlikehold utføres. Dette gjelder spesielt i forhold til isproblemer, men også for å hindre mindre stein og blokker å rase ned på sporet.

For store deler av banestrekningene er avstanden mellom spor og fjellskjæring så liten at nesten alt nedfall når sporet. Permanente tiltak for å utelukke slike hendelser på alle strekningene er praktisk talt umulig å få gjennomført. Det er derfor viktig å ta med i betraktningen i forbindelse med tiltak om et jevnlig vedlikehold med rydding og rensk, som er en del av det som gjennomføres i dag, kan være tilstrekkelig også som et permanent tiltak.

6.3 Kostnad av tiltak

Ved beregning av kostnad for tiltak må både investeringskostnaden og eventuelt behov for vedlikeholdskostnad tas med. Vedlikeholdskostnaden vil variere sterkt ut fra tiltakets karakter.

7 NYTTE/KOST-VURDERINGER

7.1 Nåverdirisiko knyttet til ras

Beregning av konsekvens og sannsynlighet for en hendelse gjør det mulig å beregne risikoen knyttet til hendelsen. For å kunne sammenligne hendelser som antas å skje på forskjellige tidspunkt, er det nødvendig å beregne nåverdirisikoen, NVR. Nedenfor er nåverdien beregnet både for enkelthendelse og for gjentatte hendelser.

$$\text{NVR} = \frac{P(K) \cdot K}{(1+r)^{E(t)}} \quad \text{for enkelthendelse}$$

$$\text{NVR} = \frac{1}{R} \cdot K \cdot \frac{(1+r)^L - 1}{(1+r)^L \cdot r} \quad \text{for gjentatte hendelser}$$

der

- P(K) sannsynligheten for hendelsen
- K konsekvensen
- r rentefoten
- E(t) forventet tid før hendelsen inntreffer
- L tidshorizonten
- R returperioden
- 1/R frekvensen

I Jernbaneverket er rentefoten fastlagt til å være 5% og tidshorizonten, L, settes til 30 år.

Etter at et tiltak er gjennomført, kan risikoen være eliminert. Det er imidlertid like ofte at det fortsatt er en viss risiko til stede etter at tiltaket er gjennomført. For eksempel er rensk ofte bare et utsettende tiltak og en boltesikring kan være mangelfull både i mengde av bolter og for det arealet som dekkes. Derfor bør det beregnes en restrisiko, etter tiltaket.

En nytte/kost-betraktning gir at

En investering (tiltak) for å redusere risikoen er lønnsomt når summen av investeringen og risikoen (restrisikoen) er mindre enn eksisterende risiko uten tiltak.

$$\text{NVR} > I + \text{RVR}$$



7.2 Nytte/kost av enkelttiltak

Prosedyren for utarbeidelse av akseptkriterier, vedlegg 1, benytter følgende definisjon i forbindelse med nytte/kost-vurderingene:

$$\text{Netto gevinst/kost} = ((R_{FT} - R_{ET}) - T) / T$$

der

- R_{FT} en potensiell årlig ulykkeskostnad for den aktuelle uønskede hendelsen før tiltak er iverksatt
- R_{ET} en potensiell årlig ulykkeskostnad for den aktuelle uønskede hendelsen etter at tiltak er iverksatt
- T summen av de årlige investerings- og vedlikeholdskostnadene for tiltaket

Dersom vanlige nytte/kostvurderinger legges til grunn, skal kravet til restrisikoen og tiltakskostnaden være slik at

$$((R_{FT} - R_{ET}) - T) / T > 0$$

Dette er en noe uvanlig måte å formulere det på. Kravet kan formuleres på flere andre måter, for eksempel at

$$R_{ET} + T < R_{FT}$$

hvilket betyr at summen av restrisikoen og tiltakskostnaden skal være mindre enn risikoen før tiltaket, altså den situasjonen som eksisterer på observasjonstidspunktet.

Kanskje den vanligste formen å formulere det på er at

$$(R_{ET} + T) / R_{FT} < 1, \text{ altså at kostnaden skal være mindre enn nytten.}$$

1B-Sikkerhet benytter årlige kostnader i beregningen. Uttrykket blir det samme dersom diskonterte verdier benyttes, altså nåverdien av risiko og tiltak.

$$NVR > NVT + RVR \quad \text{eller} \quad (NVR - RVR) / NVT > 1 \text{ som er nytte/kost} > 1.$$

der

- NVR Nåverdirisiko, dvs. før tiltak
- RVR Restrisiko etter tiltak
- NVT Nåverdi av tiltakskostnad, dvs. investering og nåverdi av vedlikeholdskostnader



8 INGENIØRGEOLOGISK KARTLEGGING AV RASFARLIGE PARTIER I TUNNELER OG SKJÆRINGER

Ved at konsekvenskostnaden knyttet til en mulig rashendelse er bestemt på forhånd, blir kartleggingsarbeidet konsentrert om det som ingeniørgeologen er best egnet til, nemlig å beskrive de ingeniørgeologiske forholdene og vurdere sannsynligheten for at ras skal skje. Nedenfor er gangen i en kartleggingsjobb beskrevet med angivelse av det som kan gjøres før feltkartleggingen og det som må gjøres under feltkartleggingen.

8.1 Sannsynlighetsvurdering

Informasjon som må skaffes til veie før feltkartleggingen:

- Antall og størrelse på registrerte ras på banestrekningen i flg. BDB, gjerne supplert med lokal informasjon.
- Erfaringer som banesjef (banemannskap) har med strekningen vedrørende blant annet
 - type nedfall (stein, blokk, jord, is)
 - sted/parti for rasaktivitet
 - vedlikeholdsomfang på strekningen (preventivt, for rydding etter ras)
 - system for rasvarsling (automatisk eller manuelt)
- Er det avdekket fare for store enkeltras?

Vurderinger under feltkartleggingen.

Først gjøres en vurdering av hva som vil skje dersom tiltak ikke iverksettes. Ut fra dette kan sannsynlighet for ras før tiltak vurderes. Dersom et enkelt tiltak gjør at restrisikoen blir betydelig, må også dette tas med i betraktningen.

Enkelthendelser:

For alle ustabile partier som merkes av på kartleggingseskjemaet, må det gjøres en vurdering av når raset kan antas å komme, fortrinnsvis med trippelanslag t_{\min} , t_{ant} og t_{maks} . Det har vist seg praktisk at trippelanslaget foretas før sannsynligheten for at raset skal inntreffe, $p(K)$, anslås. Sannsynligheten anslås innenfor en valgt tidshorisont, T . I Jernbaneverket er tidshorisonten satt til 30 år.

Gjentatte hendelser (frekvens):

Skaffe grunnlag, ved bruk av forhåndsopplysninger og vurderinger i felt, for hvor ofte hendelsen gjentar seg, returperioden R . Dette vil være forhold knyttet til ras for eksempel i vårløsningen der regn og frostsprengning gjør at det jevnlig løsner noe stein/blokker, typisk i høye skjæringer/dalsider.

8.2 Konsekvensvurdering

Det meste av informasjon vil være skaffet til veie og behandlet før feltkartleggingen. Direkte og indirekte konsekvenskostnader må være bestemt av Jernbaneverket, jfr. gjennomgangen i denne rapporten, og vil derved være uavhengig av feltkartleggingen. Det er kun størrelsen av ras som skal bestemmes i felt.



Konsekvensfaktorene må bestemmes for hver enkelt parsell. Det meste av dette kan gjøres før feltkartleggingen ut fra tilgjengelighet og terrengform for området som skal kartlegges, trafikktype, hastighet av tog og siktavstand på stedet.

Vurderinger under feltkartleggingen.

- Størrelsen på ras (totalt og det som blir liggende på linja).
- Tilgjengelighet av rassted.
- Terrengform. Spesielle forhold ved terrenget på stedet (bredde av grøft, skjæring, vegetasjon, skråningsvinkel etc.)
- Siktforhold.

8.3 Tiltak

Ofte er tiltakene greie å bestemme i felt og det fins kanskje bare én eller to åpenbare måter å utføre dette på. Andre ganger finnes flere alternativer.

Hvert tiltak har en kostnad og en effekt på sannsynlighet eller konsekvens eller begge deler. Sammen kan dette benyttes til å finne nytte/kost av tiltaket.

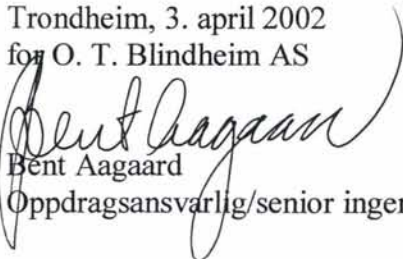
Ofte kan anslagene både for tiltakskostnad, sannsynlighet for hendelse etter tiltak og konsekvens av hendelse beregnes på kontoret etter befaring. Andre, mer kostnadseffektive tiltak kan også framkomme etter noe bearbeiding på kontoret. Dess mer av informasjon som er hentet inn i felt, dess enklere er det å gjøre vurderingene i etterkant.

8.4 Kartleggingsskjema for detaljvurdering

Et kartleggingsskjema er utviklet for bruk ved detaljkartlegging av stabilitet i skjæringer, se vedlegg 6. Det samme skjemaet kan omformes til bruk også for tunneler. På dette skjemaet skal verdier for tre av konsekvensfaktorene settes inn. Verdiene kan være vurdert også på forhånd, men det vil være fornuftig å verifisere dette under feltkartleggingen.

Videre gir skjemaet mulighet for å beskrive skjæringen både med hensyn på høyde og form og for ingeniørgeologiske observasjoner. Områder hvor tiltak vurderes avmerkes, og sannsynlighet for nedfall angis for nåsituasjonen, dvs. før tiltak er utført. Modifikasjoner av disse vurderingene kan selvfølgelig gjøres i ettertid.

Trondheim, 3. april 2002
for O. T. Blindheim AS


Bent Aagaard
Oppdragsansvarlig/senior ingeniørgeolog


Werner Stefanussen

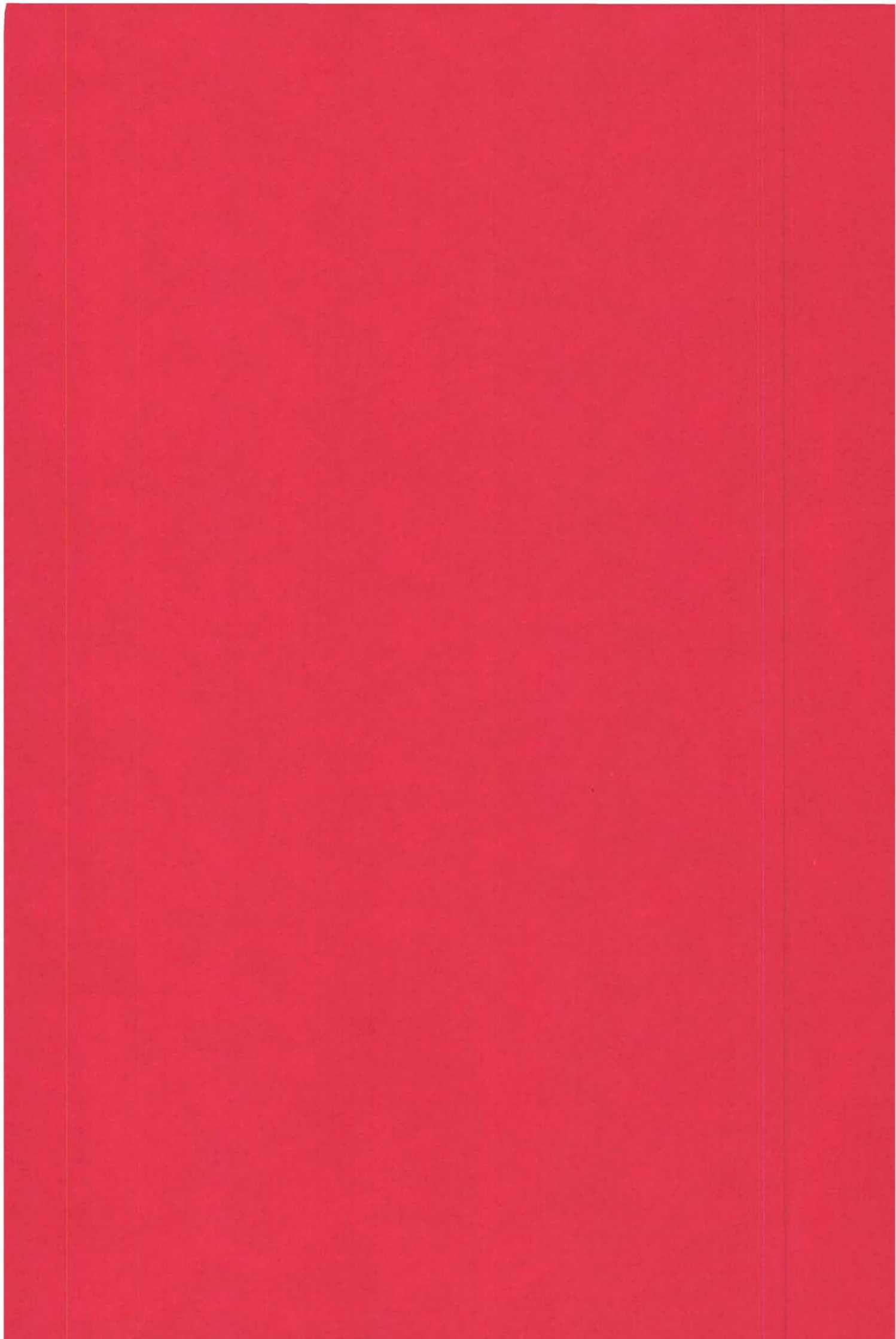

Lillian Todnem



REFERANSER

- 1 Rapport 2290.06 fra O. T. Blindheim AS. Rassikring i skjæringer Bjerka – Krokstrand. Prioriteringer av tiltak ut fra risikoanalyse. Rapport 2290.06 datert 10. oktober 2001.
- 2 Rapport 118-6.73 fra BanePartner. Hovedplan rassikring Elsfjord, Nordlandsbanen. Sikring mot stein-, jord-, is- og snøras. Strekning km 448 –463. 1. oktober 2001.
- 3 Rapport nr. GK 4496-4 fra BanePartner. Skjæringskartlegging Nordlandsbanen, km 609 728. 8. januar 2002.





JERNBANEVERKET
INFORMASJON OM KONSEKVENSKOSTNADER VED RAS 2001

Informasjon innhettet av Heidi Bjordal/Christopher Schive

Dato	11.06.01	05.04.01	06.04.01	08.10.01	07.08.01
Banenummer	2311	0580	1410	1510	2120
Bane	Bergensb.	Østfoldb. ø.l.	Drammensb.	Vestfoldb.	Sørlandsb.
Km	324,2	24,72	21,6	160,78	360,095
Baneprioritet	3	3	1	2	3
Rasstørrelse (m³)	2	5-25	<0,5	<0,5	0,5-5
Hastighet	70	65	95	70	100
Tilgjengelighet rassted:	14 km fra nærmeste bemannede stasjon. Utilgjengelig fra veg	Ikke direkte tilgjengelig fra veg. 1-10 km fra stasjon	Greit tilgjengelig fra veg/stasjons	Greit tilgjengelig fra veg/stasjons	Greit tilgjengelig fra veg/stasjons
Terrengform:	Ensidig skjæring opptil 8 m.	Halvskjæring	Halvskjæring	Halvskjæring	Halvskjæring
Trafikkmengde per dag:	8 lokomotiv + 6 motorv + 9 gods	35 person + 3 gods	351 person + 38 gods	25 motorv + 1,5 gods	3 lokomotiv + 10 motorv + 7 gods
Siktavstand:	ca 100 m	God ?	God	God ?	God
Personskader	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen
<u>Materielle skader tog</u>		ingen	Lokomotiv	Lokomotiv	ingen
Reparasjon av lok	2 350 000				
Rep av vogner	1 330 000				
Kostnader for NSB:	3 680 000	0	0	?/0	0
<u>Skader på banen:</u>		ukjent	ingen	Sviller	Kabler/ledninger
Skader på spor	500 000				
Fjellsikring rassted	200 000				
Rep av snøoverbygg med mer	300 000				
Kostnader for JBV	1 000 000	25000	65000	0	6000
Fjerning av skadet materiell:	?				
Linjebrudd (min):		ukjent	15		
Forsinkelse:	20 timer				
NSB gods	300-350 000				
NSB langdistanse	466 000				
Totalt	800 000				

Ras på Bergensbanen den 11.06.01 v/Hallingskeid (mellom Myrdal og Finse)

1. Kort beskrivelse av ras og hendelsesforløp:

Steinblokker raste ned og gjennom snøoverbygg før tunnel v/Hallingskeid på Bergensbanen (ca. km. 322). Dvs. raset gikk i forskjæringen til en tunnel. Nattog fra Bergen mot Oslo kjørte inn i raset og sporet av. Ulykken medførte skader på lok og to vogner og linja ble stengt i ca. 20 timer.

2. Diverse opplysninger som er relevante for konsekvensanalysen i "beslutningsverktøy med bruk av risiko for bestemmelse av tiltak":

- **Baneprioritet:** Bergensbanen har baneprioritet 3
- **Størrelse av ras som traff linja:** ca. 2 m³ (steinblokker)
- **Personskader:** Ingen personer ble skadd i ulykken
- **Materielle skader på tog:**
Påkørselen av raset medførte skadet lok og to vogner.

NSB Langdistanse har hatt følgende kostnader:

Type skade	Kostnad
Reparasjon av lok	2.350.000,-
Reparasjon av vogn med størst skade (blir mest sannsynlig kondemnert)	700.000,-
Reparasjon av øvrige skader på vogner/lok	630.000,-
Sum materielle skader	3.680.000,-

- **Fjerning og opprydding:**

JBV region Vest har hatt følgende kostnader i forbindelse med utbedring av infrastruktur, bl.a. skinnebytte og svillebytte over en strekning på 140 m, og sikring av fjell etter raset.

Type utgift/skade	Kostnad *
Skader på spor	500.000,-
Behov for fjellsikring mm. på rassted	200.000,-
Byggreparasjon (snøoverbygg etc.)	300.000,-
Sum	1.000.000,-

*) Kostnadene er estimerte av banesjefen på Bergensbanen da faktura fra JBVs Produksjonsavdeling fortsatt ikke er mottatt. I tillegg er det fortsatt ikke utført svillebytte på skadestedet.

NB! Kostnader for fjerning av skadet materiell mangler fortsatt.

- **Forsinkelse:**

Størrelse av forsinkelse: 20 timer.

Berørte parter	Kostnad
NSB Gods	Ca. 300.000,- til 350.000,- *
NSB Langdistanse	466.000,- **
Sum	Ca. 800.000,-

*) Beløpet omfatter tapte inntekter for NSB Gods pga. at kunder ikke ventet på åpning av linja og dermed sendte gods med annen transport.

**) Kostnadene for NSB Langdistanse er avvikskostnader knyttet til ombefordring av reisende med andre transportmidler. Gjelder både for de reisende med nattoget som kjørte inn i raset og alternativ transport i tiden mens linja var stengt.

- **Tilgjengelighet av rassted for redning og opprydning:** Avstand til nærmeste bemannede stasjon (Myrdal km. 335,8): ca. 14 km. Utilgjengelig fra veg med kjøretøy.
- **Terrengform på rassted:** Ensidig skjæring med høyde opptil 8 m inn mot snøoverbygg og deretter tunnel.
- **Trafikktype:** Trafikk pr. døgn på strekningen er 10 godstog og 10 persontog (lok + vogner)
- **Hastighet av tog (grunnhastighet):** 70 km/h
- **Siktavstand ved rasstedet:** opplyst av faglig leder til å være ca. 100 m

SAMMENSTØT:

10.6.98, km 562,35, Nordlandsbanen, synergi nr 8036

Kostnader:

- Infrastrukturkostnader (andre=JBV): 289 000 kr

Baneprioritet: 3
Rastype: Nedrasing.
Rasstørrelse: 5-25 m³
Personskader: Ikke nevnt i BDB, antar ingen
Materielle skader: Skader på lokomotiv
Forsinkelse: Ikke nevnt
Tilgjengelighet: Krokstrand stasjon km 561,83, veg like ved.
Terrengform: Skråning (antar 2-8 m)
Trafikktype: 6 godstog + 7 persontog
Hastighet: 90-100 km/h
Siktavstand: OK

$k_{f1} = 1,0$
 $k_{f2} = 2,0$

$k_{f5} = 1$

23.7.99, km 402,7 Sørlandsbanen, synergi nr 13630

Kostnader:

- NSB Gods, materiell/utstyr: 3 900 000 kr
- Driftskostnader andre NSB enheter: 62 287 kr
- Infrastrukturkostnader (andre = JBV) 1 239 898 kr
- Felleskostnader (rydding/bergning) 121 000 kr

5,3 mill.

Baneprioritet: 3
Rastype: Nedrasing.
Rasstørrelse: 0,5-5 m³
Personskader: Ingen
Materielle skader: Lokomotiv og godsvogn
Forsinkelse: Linjebrydd i 8 timer
Tilgjengelighet: 700 m fra Marnadal stasjon, nær veg
Terrengform: Relativt flatt
Trafikktype: 16 lok (persontog) + 12 godstog
Hastighet: 70 stigende km, 105 synkende km
Siktavstand: OK

$k_{f1} = 1$
 $k_{f2} = 1$

23/1-02
fra Nordal

AVSPORING:**18.2.98, km 478,03 Bjerka-Mo, synergi nr 6584**

Kostnader:

- Driftskostnader andre NSB-enheter: 6 000 kr
- Infrastrukturkostnader (andre=JBV): 22 000 kr

Baneprioritet:	3
Rastype:	Nedrasing.
Rasstørrelse:	25-100 m ³
Personskader:	Ikke nevnt i BDB, antar ingen
Materielle skader:	Skader på lokomotiv, avsporing
Forsinkelse:	Ikke nevnt
Tilgjengelighet:	Nær E6
Terrengform:	Skjæring, kf2 = 2-4 ??
Trafikktype:	9 persontog + 7 godstog
Hastighet:	100 km/t
Siktavstand:	OK

Vedlegg 1

Side 6 av 8

Bent Aagaard

Fra: "Schive Christopher" <Christopher.schive@jbv.no>
Til: <bentaa@blindheim.no>
Kopi: "Bjordal Heidi Kristin" <heidi.kristin.bjordal@jbv.no>
Sendt: 17. oktober 2001 08:26
Legg ved: Ras.xls
Emne: Årets ras så langt

Hei!

I første omgang sender jeg over årets ras for oversiktens sin del.

Momenter å merke seg:

33 av 38 hendelser er ras ned på linjen, 5 er utglidninger

27 av 33 ras ned på linjen er steinras

11 av 38 ras er påkjørt/varslet av tog

17 av 33 ras ned på linjen er < 0,5 m³

8 av 33 ras har skjedd i tunnel

— 29%

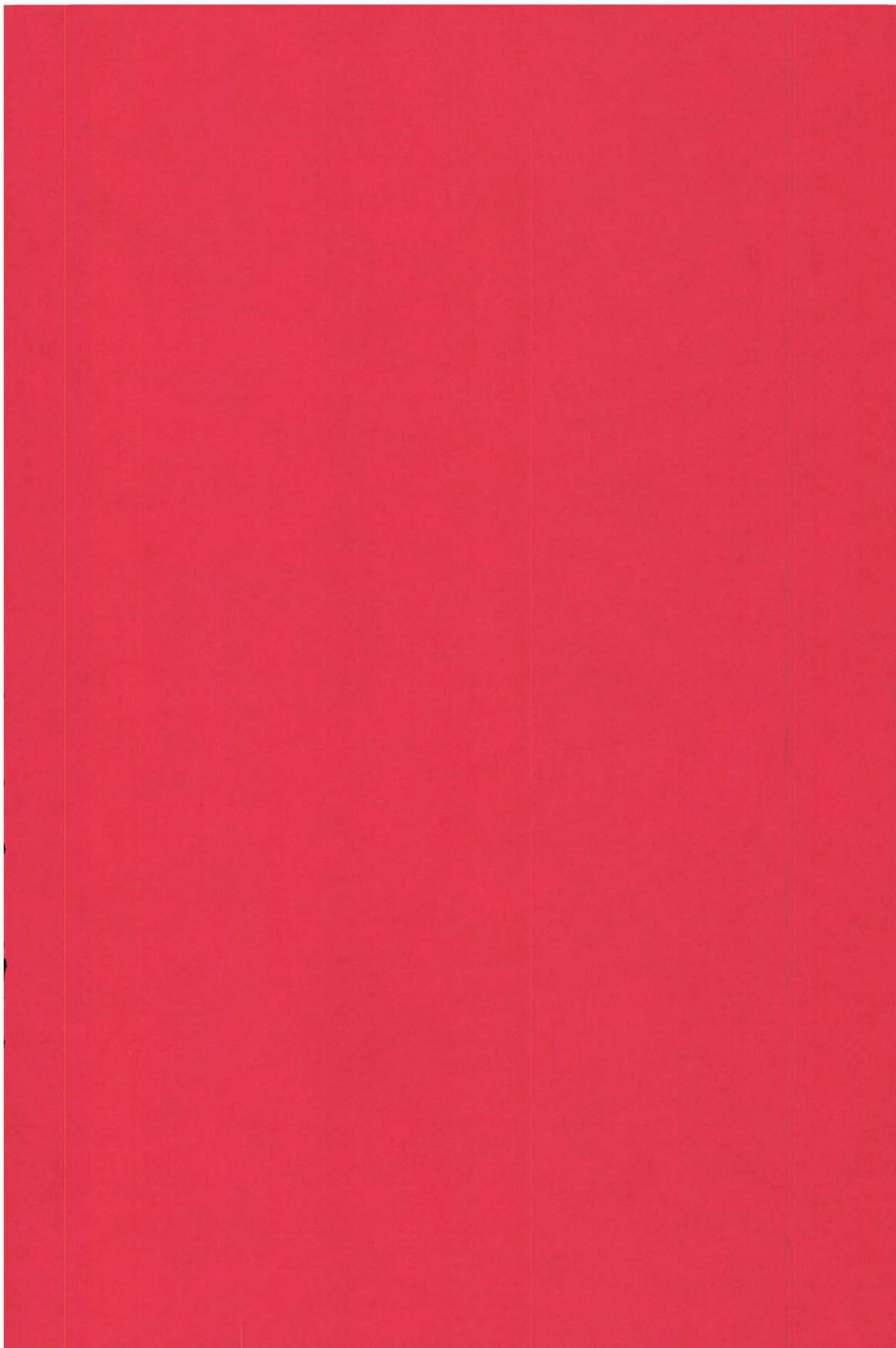
— 24%

10 av 33 er påkj. ⇒ 30%
4 stk < 0,5
4 stk 0,5 - 5

Vi jobber videre med denne listen (dvs. de 27 steinrasene ned på linjen).

<<Ras.xls>>

Mvh. Christopher



KONSEKVENNS VED RAS I FJELLSKJÆRING

Beregning av samlet konsekvens K

Baneprioritet:

3

Størrelse på ras	$K_{\text{skade}}^{2)}$	K_{Rydding}	$K_{\text{personer}}^{2)}$	$K_{\text{Forsinkelse}}$	$K_{\text{Miljø}}$	$K_{\text{Renommé}}$	$\Sigma = K$
< 0,5 m ³ ¹⁾	84,375	63	0	4	0	0	151
0,5 - 5	242,25	534	312,5	50	2	0	
5 - 25	456	831	1250	600	5	0	
25 - 100	641,25	1925	1875	1440	15	0	
100 - 500	641,25	2888	1875	4320	30	50	
>500	641,25	4025	1875	5760	70	100	12.471

¹⁾ For ras med størrelse < 0,5 m³ er k_f satt til 1 i beregningen.

²⁾ For hastighet < 40 km/t settes K_{Skade} og K_{Personer} til 0.

Banestrekning: **Bergensbanen**

Navn:

Km: **324,2**

Lengde: **0**

Forutsetninger for vurdering av konsekvens ved ras i fjellskjæringen:

Trafikktype

Motorvognsett **0 %**

Lok.vogner **50 %**

Godsvogner **50 %**

Grunnhastighet på strekningen **70 km/t**

Siktavstand **100 m**

Konsekvensfaktorer

k_{f_1} = Tilgjengelighet av rassted **2,5**

k_{f_2} = Terrengform på rassted **2**

k_{f_3} = Trafikktype **1,25**

k_{f_4} = Hastighet av tog **0,5**

k_{f_5} = Siktavstand **4**

KONSEKVENNS VED RAS I FJELLSKJÆRING

Beregning av samlet konsekvens K

Baneprioritet: 3

Størrelse på ras	K _{skade} ²⁾	K _{Rydding}	K _{personer} ²⁾	K _{Forsinkelse}	K _{Miljø}	K _{Renommé}
< 0,5 m ³ ¹⁾	53,55	38	0	2,4	0	0
0,5 - 5	172,38	381	194	30	2	0
5 - 25	324,48	594	776	360	5	0
25 - 100	456,3	1375	1164	864	15	0
100 - 500	456,3	2063	1164	2592	30	50
>500	456,3	2875	1164	3456	70	100

¹⁾ For ras med størrelse < 0,5 m³ er kf₂ satt til 1 i beregningen.

²⁾ For hastighet < 40 km/t settes K_{Skade} og K_{Personer} til 0.

Banestrekning: Østfoldbanen

Navn:

Fra km: 24,72 **Til km:** **Lengde:** 0

Forutsetninger for vurdering av konsekvens ved ras i fjellskjæringen:

Trafikktype

Motorvognsett 0 %

Lok.vogner 92 %

Godsvogner 8 %

Grunnhastighet på strekningen 65 km/t

Siktavstand 200 m

Konsekvensfaktorer

kf₁ = Tilgjengelighet av rassted 1,5

kf₂ = Terrengform på rassted 2

kf₃ = Trafikktype 1,88

kf₄ = Hastighet av tog 0,5

kf₅ = Siktavstand 2

KONSEKVENNS VED RAS I FJELLSKJÆRING

Beregning av samlet konsekvens K

Baneprioritet:

1

Størrelse på ras	$K_{\text{skade}}^{2)}$	K_{Rydding}	$K_{\text{personer}}^{2)}$	$K_{\text{Forsinkelse}}$	$K_{\text{Miljø}}$	$K_{\text{Renommé}}$
< 0,5 m ³ ¹⁾	64,125	38	0	12	0	0
0,5 - 5	196,35	381	217,5	90	2	0
5 - 25	369,6	594	870	540	5	0
25 - 100	519,75	1375	1305	1800	15	0
100 - 500	519,75	2063	1305	4320	30	500
>500	519,75	2875	1305	17280	70	1000

¹⁾ For ras med størrelse < 0,5 m³ er k_f satt til 1 i beregningen.

²⁾ For hastighet < 40 km/t settes K_{Skade} og K_{Personer} til 0.

Banestrekning: Drammensbanen

Navn:

Fra km: 21,6

Til km:

Lengde:

0

Forutsetninger for vurdering av konsekvens ved ras i fjellskjæringen:

Trafikktype

Motorvognsett 0 %

Lok.vogner 90 %

Godsvogner 10 %

Grunnhastighet på strekningen 95 km/t

Siktavstand 200 m

Konsekvensfaktorer

k_{f1} = Tilgjengelighet av rassted 1,5

k_{f2} = Terrengform på rassted 2

k_{f3} = Trafikktype 1,85

k_{f4} = Hastighet av tog 1

k_{f5} = Siktavstand 2

KONSEKVENNS VED RAS I FJELLSKJÆRING

Beregning av samlet konsekvens K

Baneprioritet: 3

Størrelse på ras	$K_{\text{skade}}^{2)}$	K_{Rydding}	$K_{\text{personer}}^{2)}$	$K_{\text{Forsinkelse}}$	$K_{\text{Miljø}}$	$K_{\text{Renommé}}$
< 0,5 m ³ ¹⁾	111	63	0	4	0	0
0,5 - 5	302	534	371	50	2	0
5 - 25	568	831	1484	600	5	0
25 - 100	799	1925	2225	1440	15	0
100 - 500	799	2888	2225	4320	30	50
>500	799	4025	2225	5760	70	100

¹⁾ For ras med størrelse < 0,5 m³ er k_f satt til 1 i beregningen.

²⁾ For hastighet < 40 km/t settes K_{Skade} og K_{Personer} til 0.

Banestrekning: Nordlandsbanen

Navn:

km: 448.930

Opplysninger om hendelse:

Tidspunkt:	03.09.01	
JBVs kostnader for reparasjon av banen:	500 000	anslått
NSBs kostnader:	1 200 000	anslått
Hastighet ved påkjørsel:	70-80 km/t	
Forsinkelse:	57 timer	
Størrelse av ras:	ca. 10 m ³	

Trafikktype

Motorvognsett	27 %
Lok.vogner	31,5 %
Godsvogner	41,5 %

Grunnhastighet på strekningen 80 km/t

Siktavstand 99 m

Konsekvensfaktorer

k_{f1} = Tilgjengelighet av rassted 2,5

k_{f2} = Terrengform på rassted 2

k_{f3} = Trafikktype 1,9175

k_{f4} = Hastighet av tog 1

k_{f5} = Siktavstand 4

KONSEKVENNS VED RAS I FJELLSKJÆRING

Beregning av samlet konsekvens K

Baneprioritet:

3

Størrelse på ras	K _{skade} ²⁾	K _{Rydding}	K _{personer} ²⁾	K _{Forsinkelse}	K _{Miljø}	K _{Renommé}
< 0,5 m ³ ¹⁾	110	25	0	2	0	0
0,5 - 5	299	305	294	20	2	0
5 - 25	564	475	1175	240	5	0
25 - 100	793	1100	1762	576	15	0
100 - 500	793	1650	1762	1728	30	50
>500	793	2300	1762	2304	70	100

¹⁾ For ras med størrelse < 0,5 m³ er k_{f2} satt til 1 i beregningen.

²⁾ For hastighet < 40 km/t settes K_{Skade} og K_{Personer} til 0.

Banestrekning: Nordlandsbanen

Navn:

km: 562.350

Opplysninger om hendelse:

Tidspunkt:	10.06.98	
JBVs kostnader for reparasjon av banen:	50 000	anslått
NSBs kostnader for reparasjon av banen:	200000	anslått
Hastighet ved påkjørsel:	90-100 km/t	
Forsinkelse:	?	
Størrelse av ras:	5-25 m ³	

Trafikktype

Motorvognsett	28,5 %
Lok.vogner	25 %
Godsvogner	46,5 %

Grunnhastighet på strekninaen 100 km/t

KONSEKVENNS VED RAS I FJELLSKJÆRING

Beregning av samlet konsekvens K

Baneprioritet: 3

Størrelse på ras	K _{skade} ²⁾	K _{Rydding}	K _{personer} ²⁾	K _{Forsinkelse}	K _{Miljø}	K _{Renommé}
< 0,5 m ³ ¹⁾	42	25	0	1,6	0	0
0,5 - 5	95	153	94	20	2	0
5 - 25	180	238	375	240	5	0
25 - 100	253	550	562	576	15	0
100 - 500	253	825	562	1728	30	50
>500	253	1150	562	2304	70	100

¹⁾ For ras med størrelse < 0,5 m³ er k_{f2} satt til 1 i beregningen.

²⁾ For hastighet < 40 km/t settes K_{Skade} og K_{Personer} til 0.

Banestrekning: Sørlandsbanen

Navn:

km: 402,7

Opplysninger om hendelse:

Tidspunkt:	23.07.99
JBVs kostnader for reparasjon av banen:	1 300 000
NSBs kostnader:	4 000 000
Hastighet ved påkjørsel:	90-100 km/t
Forsinkelse:	8 timer
Størrelse av ras:	05-5 m ³

Trafikktype

Motorvognsett	28,5 %
Lok.vogner	25 %
Godsvogner	46,5 %

Grunnhastighet på strekningen 100 km/t

Siktavstand 301 m

Konsekvensfaktorer

k _{f1} = Tilgjengelighet av rassted	1
k _{f2} = Terrengform på rassted	1
k _{f3} = Trafikktype	1,8725
k _{f4} = Hastighet av tog	1
k _{f5} = Siktavstand	1

KONSEKVENNS VED RAS I FJELLSKJÆRING

Beregning av samlet konsekvens K

Baneprioritet: 3

Størrelse på ras	K _{skade} ²⁾	K _{Rydding}	K _{personer} ²⁾	K _{Forsinkelse}	K _{Miljø}	K _{Renommé}
< 0,5 m ³ ¹⁾	65	50	0	3,2	0	0
0,5 - 5	197	458	244	40	2	0
5 - 25	372	713	975	480	5	0
25 - 100	523	1650	1462	1152	15	0
100 - 500	523	2475	1462	3456	30	50
>500	523	3450	1462	4608	70	100

¹⁾ For ras med størrelse < 0,5 m³ er kf₂ satt til 1 i beregningen.²⁾ For hastighet < 40 km/t settes K_{Skade} og K_{Personer} til 0.**Banestrekning: Nordlandsbanen****Navn:****km: 478,03****Opplysninger om hendelse:**

Tidspunkt:	18.02.98	
JBVs kostnader for reparasjon av banen:	250 000	anslått
NSBs kostnader:	500 000	anslått
Hastighet ved påkjørsel:	90-100 km/t	
Forsinkelse:	8 timer	anslått
Størrelse av ras:	25-100 m ³	

Trafikktype

Motorvognsett	28,5 %
Lok.vogner	25 %
Godsvogner	46,5 %

Grunnhastighet på strekningen 100 km/t**Siktavstand 300 m****Konsekvensfaktorer**

kf ₁ = Tilgjengelighet av rassted	2
kf ₂ = Terrengform på rassted	2
kf ₃ = Trafikktype	1,8725
kf ₄ = Hastighet av tog	1
kf ₅ = Siktavstand	2

JERNBANEVERKET, TEKNISK AVDELING**BEREGNING AV KONSEKVENNS SOM FØLGE AV STEINRAS**

$$K = K_{\text{Skade}} + K_{\text{Rydding}} + K_{\text{Personer}} + K_{\text{Forsinkelse}} + K_{\text{Miljø}} + K_{\text{Renommé}}$$

$$K_{\text{Skade}} = K_1 \times (kf_2 + kf_3 + kf_4 + kf_5 - 3)$$

$$K_{\text{Rydding}} = K_2 \times (kf_1 + kf_2 - 1)$$

$$K_{\text{Personer}} = K_3 \times (kf_1 + kf_2 + kf_3 + kf_4 + kf_5 - 4)$$

der

K_1 = Materielle skader på tog

K_2 = Fjerning/opprydding/infrastruktur

K_3 = Skadde/døde personer

Konsekvensfaktorene er

kf_1 = Tilgjengelighet av rassted

kf_2 = Terrengform på rassted

kf_3 = Trafikktype

kf_4 = Hastighet av tog

kf_5 = Siktavstand

K_1 , K_2 og K_3 = Direkte kostnader som følge av raset. ("Raset skjer på lett tilgjengelig sted"):

Beskrivelse av rassted	Størrelse på ras	K_1		K_2	
		Materielle skader på tog ¹⁾		Fjerning/opprydding/infrastruktur	
		lav	høy	lav	høy
Tunnel og skj.	< 0,5 m3	0	45	0	50
Tunnel og skj.	0,5 - 5	12	90	5	300
Skjæring	5 - 25	12	180	25	450
Skjæring/dalside	25 - 100	30	240	100	1000
Skjæring/dalside	100 - 500	30	240	150	1500
Dalside	>500	30	240	300	2000

Tall i 1000 kr

¹⁾ Det er tatt hensyn til at påkjøring av ras skjer i 15% av rastifellene

Beskrivelse av rassted	Størrelse på ras	Konsekvenskostnader som benyttes		
		K_1 ³⁾	K_2	K_3 ²⁾
		Middel av min/(0,5 x maks)		
Tunnel og skj.	< 0,5 m3	22,5	25	0
Tunnel og skj.	0,5 - 5	51	152,5	50
Skjæring	5 - 25	96	237,5	200
Skjæring/dalside	25 - 100	135	550	300
Skjæring/dalside	100 - 500	135	825	300
Dalside	>500	135	1150	300

Tall i 1000 kr

²⁾ Det er tatt hensyn til at skade/død skjer i ca 1% av rastifellene

³⁾ For hastighet av tog < 40 km/t settes $K_1 = 0$

K_{Forsinkelse} = Kostnader som følge av togforsinkelser

$$= \text{Forsinkelse i min.} \times \text{kostnad per min. forsinkelse} \times \text{tilgjengelighet (kf}_1\text{)} = t_{\text{fors}} \times k_{\text{fors}} \times k_{f_1}$$

		Forsinkelse, t_{fors} , som følge av ras i område med god tilgjengelighet (min., timer og døgn)				
Sted for hendelse	Størrelse på ras	Baneprioritet				
		5	4	3	2	1
Tunnel og skj.	< 0,5 m3	4	4	4	4	4
Tunnel og skj.	0,5 - 5	80	70	50	40	30
Skjæring	5 - 25	24 t	20 t	10 t	5 t	3 t
Skjæring/dalside	25 - 100	2 d	36 t	24 t	20 t	10 t
Skjæring/dalside	100 - 500	3 d	3 d	3 d	2 d	1 d
Dalside	>500	>3 døgn	>3 d	>3 d	>3 d	> 3 døgn
		Kostnad, k_{fors} = kostnad per tidsenhet for forsinkelsen				
Kostnad pr min forsinkelse		100	200	400	1000	2000
Kostnad pr time forsinkelse		6 000	12 000	24 000	60 000	120 000
Kostnad per døgn forsinkelse		144 000	288 000	576 000	1 440 000	2 880 000

Tall i kr

Konsekvensen K_{Forsinkelse} ut fra forsinkelsen som nedfallet forårsaker, når $k_{f_1} = 1$:

		Baneprioritet				
Størrelse på ras		5	4	3	2	1
		Tunnel og skj.	< 0,5 m3	0	1	2
Tunnel og skj.	0,5 - 5	8	14	20	40	60
Skjæring	5 - 25	144	240	240	300	360
Skjæring/dalside	25 - 100	288	432	576	1 200	1 200
Skjæring/dalside	100 - 500	432	864	1 728	2 880	2 880
Dalside*	>500	576	1 152	2 304	5 760	11 520

* Antatt: 4 døgn stopp i trafikken

Tall i 1000 kr

Konsekvensen K_{Miljø}:

	Størrelse på ras	
Tunnel og skj.	< 0,5 m3	0
Tunnel og skj.	0,5 - 5	2
Skjæring	5 - 25	5
Skjæring/dalside	25 - 100	15
Skjæring/dalside	100 - 500	30
Dalside	>500	70

Tall i 1000 kr

Konsekvensen K_{Renommé}:

		Baneprioritet				
Størrelse på ras		5	4	3	2	1
		Tunnel og skj.	< 0,5 m3			
Tunnel og skj.	0,5 - 5					
Skjæring	5 - 25					
Skjæring/dalside	25 - 100					
Skjæring/dalside	100 - 500		50	50	250	500
Dalside	>500		100	100	500	1000

Tall i 1000 kr

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

JERNBANEVERKET, TEKNISK AVDELING**BEREGNING AV KONSEKVENSENS SOM FØLGE AV STEINRAS****KONSEKVENSAKTØRER****kf₁ = Tilgjengelighet av rassted for redning og opprydding**

Sted for hendelse, avstander fra stasjon og veg	Faktor, kf ₁
Nær veg/stasjonsområde	
Praktisk greit å nå rasstedet med kjøretøy	1,0
Avst. fra nærmeste bemannede stasjon 1 km < s < 10 km	
Praktisk greit å nå rasstedet med kjøretøy	1,5
Avst. fra nærmeste bemannede stasjon 1 km < s < 10 km	
Utilgjengelig fra veg med kjøretøy.	2,0
Avstand fra nærmeste bemannede stasjon > 10 km	
Utilgjengelig fra veg med kjøretøy.	2,5
Ekstra tillegg for hendelse i tunnel:	
0 m < inn i tunnel < 250 m	0,5
i tunnel > 250 m	1,0

kf₂ = Terrengform på rassted (inntil 20 m fra spor)

Beskrivelse av terrengform på motsatt side av der raset går	Faktor, kf ₂
Relativt flatt terreng m/skråningshøyde < 2 m	1
Skråningshøyde 2 til 8 m	2
Skråningshøyde > 8m	4
Bratt skråning som ender i sjø/vann med dybde > 5m	5
Tosidig fjellskjæring og tunnel	1,5

kf₃ = Trafikktype**kf₃ = t_M x andel motorvognsett + t_L x lok.vogner + t_G x godsvogner**

Togtype	Andel av trafikken	Vekting	Faktor, kf ₃
Motorvognsett	0,5	t _M = 4	2,7
Lok.vogner	0,3	t _L = 2	
Godsvogner	0,2	t _G = 0,5	

kf₄ = Hastighet av tog

Tillatt største grunnhastighet på strekningen	Faktor, kf ₄
Lavhastighet, < eller = 40 km/t	0,0
< eller = 75 km/t	0,5
< eller = 105 km/t	1,0
< eller = 125 km/t	2,0
< eller = 145 km/t	2,5
< eller = 210 km/t	3,0

kf₅ = Siktavstand

Kort siktavstand øker sjansen for påkjørsel.

Muligheter for fri sikt	Sikt	Faktor, kf ₅
Åpent landskap, eller lang rett tunnel	> 300 m	1
Kurver med ensidig/tosidig skjæring	300 - 100	2
Krappe svinger, tosidig høy skjæring	< 100	4

JERNBANEVERKET HOVEDKONTORET

UTTESTING AV RASKARTLEGGINGSVERKTØY

Nye verdier for konsekvenskostnader og konsekvensfaktorer er benyttet

Sammenstilling av kjente rashendelser som har gitt påkjørsel

	Bergensbanen		Østfoldbanen		Drammensbanen		Nordlandsbanen		Nordlandsbanen		Sørlandsbanen		Nordlandsbanen	
	km 324,2		km 24,72		km 21,6		km 448.930		km 562.350		km 402,7		km 478,03	
	beregnet	kjent	beregnet	kjent	beregnet	kjent	beregnet	kjent	beregnet	kjent	beregnet	kjent	beregnet	kjent
Størrelse på ras:	0,5 - 5	2	5-25		< 0,5		10	5-25	10,0	5-25	3,0	0,5-5	50	25-100
Baneprioritet		3		3	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
kf ₁	2,5		1,5		1,5		3		1		1,0		2	
kf ₂	2		2		2		2		2		1,0		2	
kf ₃	1,25		1,88		1,85		1,92		1,9		1,9		2	
kf ₄	0,5		0,5		1		1		1		1,0		1	
kf ₅	4		2		2		4		4		1,0		2	
K _{skade}	242	3680	324	0	64	50	568	250	564	200	95	4000	523	500
K _{Rydding}	534	1000	594	25	38	65	831	250	475	50	153	1300	1650	250
K _{personer}	313	0	776		0		1484	500	1175	0	94	0	1462	0
K _{Forsinkelse}	50	800	360	?	12		600	1200	240	0	20	300	1152	250
K _{Miljø}	2		5		0		5	0	5	0	2	0	15	0
K _{Renommé}	0	?	0		0		0		0	0	0	?	0	?
Konsekvens, K	1 141	5480	2 059	25	114	115	3488	2200	2458	250	364	5600	4802	1000

of the 1970s, and the 1980s. The 1970s were characterized by a general sense of optimism and hope for the future, while the 1980s were marked by a sense of pessimism and disillusion. This was reflected in the music of the time, which was often more socially conscious and politically charged than in previous decades.

The 1970s saw the rise of the "folk" revival, with artists like Bob Dylan, Joan Baez, and Peter Dinklage. These artists often wrote songs that addressed social and political issues, such as the Vietnam War and the civil rights movement. The music of the 1970s was also characterized by a sense of experimentation and innovation, with artists like Jimi Hendrix and Led Zeppelin pushing the boundaries of rock music.

The 1980s, on the other hand, were dominated by the rise of the "synth" sound, with artists like Depeche Mode and The Cure. This music was often more introspective and melancholic than the music of the 1970s. The 1980s also saw the rise of the "new wave" movement, which was characterized by a sense of rebellion and experimentation. Artists like The Smiths and The Cure were part of this movement, and their music often reflected a sense of disillusion and hopelessness.

The music of the 1970s and 1980s was also influenced by the social and political climate of the time. The Vietnam War, the civil rights movement, and the economic recession of the 1980s all had a significant impact on the music of these decades. Artists often wrote songs that reflected their own experiences and the experiences of their fellow citizens. This music was often more socially conscious and politically charged than in previous decades.

The music of the 1970s and 1980s was also characterized by a sense of experimentation and innovation. Artists were pushing the boundaries of what was possible in music, and this led to the development of new genres and styles.

The 1970s saw the rise of the "folk" revival, with artists like Bob Dylan, Joan Baez, and Peter Dinklage. These artists often wrote songs that addressed social and political issues, such as the Vietnam War and the civil rights movement. The music of the 1970s was also characterized by a sense of experimentation and innovation, with artists like Jimi Hendrix and Led Zeppelin pushing the boundaries of rock music.

The 1980s, on the other hand, were dominated by the rise of the "synth" sound, with artists like Depeche Mode and The Cure. This music was often more introspective and melancholic than the music of the 1970s. The 1980s also saw the rise of the "new wave" movement, which was characterized by a sense of rebellion and experimentation. Artists like The Smiths and The Cure were part of this movement, and their music often reflected a sense of disillusion and hopelessness.

The music of the 1970s and 1980s was also influenced by the social and political climate of the time. The Vietnam War, the civil rights movement, and the economic recession of the 1980s all had a significant impact on the music of these decades. Artists often wrote songs that reflected their own experiences and the experiences of their fellow citizens. This music was often more socially conscious and politically charged than in previous decades.

The music of the 1970s and 1980s was also characterized by a sense of experimentation and innovation. Artists were pushing the boundaries of what was possible in music, and this led to the development of new genres and styles. The 1970s saw the rise of the "folk" revival, with artists like Bob Dylan, Joan Baez, and Peter Dinklage. These artists often wrote songs that addressed social and political issues, such as the Vietnam War and the civil rights movement. The music of the 1970s was also characterized by a sense of experimentation and innovation, with artists like Jimi Hendrix and Led Zeppelin pushing the boundaries of rock music.

Banestrekning: _____

RASVURDERING I FJELLSKJÆRING

Parsell: _____

Km: _____

venstre/høyre

Km: _____

<p>For enkelthendelser: -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år. -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.</p>						M 1:200
<p>For gjentatte hendelser: -Angi frekvens.</p>						8
						6
						4
						2
Størrelse, m ³ :		Rasparti 1		Rasparti 2		Rasparti 2
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:					
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	TILTAK, angi mengde		TILTAK, angi mengde	
		Antatt:	Rensk, m ² : _____		Rensk, m ² : _____	
		Senest:	Bolter, stk. : _____		Bolter, stk. : _____	
Frekvens (ras pr.år):		Sprengn., m ³ : _____		Sprengn., m ³ : _____		Sprengn., m ³ : _____
Konsekvensfaktorer:		BESKRIVELSE:				
kf ₁ :		Tilgjengelighet				
kf ₂ :		Terrengform				
kf ₅ :		Siktavstand				
DATO:		VURDERT AV:		Sign.:		
		Firma:				

Rapport 2460.012
 Vedlegg 6

Jernbaneverket
Biblioteket

JBV



10TU00835
71593912